



Anne Kuulas

## **Vesihuollon investointitarpeet vuoteen 2040**

Diplomityö, joka on jätetty opinnäytteenä tarkastettavaksi  
diplomi-insinöörin tutkintoa varten.

Espoossa 29.07.2020

Valvoja: Professori Riku Vahala

Ohjaaja: TkT Terhi Renko

---

**Tekijä** Anne Kuulas

---

**Työn nimi** Vesihuollon investointitarpeet vuoteen 2040

---

**Maisteriohjelma** Water and Environmental Engineering

**Koodi** ENG29

---

**Työn valvoja** Professori Riku Vahala

---

**Työn ohjaaja(t)** TkT Terhi Renko

---

**Päivämäärä** 29.07.2020

**Sivumäärä** 89

**Kieli** Suomi

---

### Tiivistelmä

Vesihuoltoverkostojen investointitarpeet ja saneerausvelka ovat olleet pitkään keskiössä alalla käydyssä keskustelussa, ja teema on ollut myös näkyvä osa alan julkaisutoiminnassa. Aiemmat selvitykset ovat keskittyneet verkostojen saneerausinvestointitarpeen määrittämiseen, eikä kokonaiskuvaa vesihuollon koko käyttöomaisuuden investointitarpeista ole kansallisessa mittakaavassa tähän mennessä muodostettu. Tämän selvityksen tavoitteena oli täyttää tämä tietotarve ja samalla muodostaa arvio koko vesihuolto-omaisuuden saneerausarvosta.

Tässä selvityksessä investointitarpeita arvioitiin 20 vuodeksi eteenpäin ensimmäistä kertaa koko vesihuolto-omaisuudelle ja perustuen vesihuollon tietojärjestelmiin, Veetiiin ja Venlaan kerättävään tietoaineistoon. Lisätietoa hankittiin vesihuoltolaitoksille suunnatun kyselytutkimuksen ja työpajan avulla sekä asiantuntija-arvioin. Lisäksi puuttuvia tietoja täydennettiin selvityksessä laaditun laitostietokokoluokittelun mukaisesti kokoluokkien sisällä.

Selvityksen tuloksena arvio vuotuisesta kokonaisinvestointitarpeesta vuoteen 2040 asti on 777 milj. €/vuosi. Kokonaisinvestointitarpeen arvioitiin siten lähes kaksinkertaistuvan nykytilanteeseen nähden ilman oletuksia lainsäädännön kiristymisestä. Selvityksessä tehdyn arvion mukaan lainsäädäntökehitys voisi toteutuessaan selvityksessä esitetyssä laajuudessa lisätä vuotuista investointitarvetta 10 %. Investointitarpeen todettiin painottuvan voimakkaasti vesihuoltoverkostojen saneeraamiseen, sillä verkosto-omaisuus kattaa n. 80 %:a koko vesihuolto-omaisuuden arvosta. Verkostosaneerauksien osuus vastaa noin 60 %:a kokonaisinvestointitarpeesta. Kansallisessa mittakaavassa verkostojen vuotuisesti saneeraustarpeeksi määritettiin 1,1 % vesijohtoverkoston ja 1,9 % jätevesiviemäriverkoston pituudesta. Verkostojen ohella muodostettiin arvio laitosomaisuuden investointitarpeista. Investointitarpeen arvioitiin kohoavan etenkin talousvedenkäsittelyn osalta, sillä kokonaisinvestointitarpeen arvioitiin kaksinkertaistuvan nykytasoon nähden. Numeeristen tulosten ohella selvityksen myötä saatiin kokemustietoa osasta vesihuollon tietojärjestelmien, Veetiiin ja Venlan, tietojen kattavuudesta sekä oikeellisuudesta ja esitettiin havaintojen pohjalta arvioita mahdollisista tulevaisuuden lisätietotarpeista tarkempien arvioiden tekemiseksi.

Merkittävimpien oletuksien ja yleistysten vaikutusta laskennan lopputulokseen arvioitiin herkkyyssanalyysillä, jonka perusteella verkostojen pitoaika muodostui investointitarpeen suuruuden näkökulmasta selvästi merkittävimmäksi yksittäiseksi tekijäksi. Selvityksessä muodostettuja arvioita verrattiin toteutuneiden investointitasojen ohella aiempiin arvioihin sekä muiden pohjoismaiden investointitarveselvitysten tuloksiin.

---

**Avainsanat** Vesihuolto, Investointitarpeet, Saneeraus, Arvonmäärittäminen

---



---

**Author** Anne Kuulas

---

**Title of thesis** Investment needs in the water service sector in Finland by 2040

---

**Master programme** Water and Environmental Engineering

**Code** ENG29

---

**Thesis supervisor** Professor Riku Vahala

---

**Thesis advisor(s)** D.Sc. (Tech.) Terhi Renko

---

**Date** 29.07.2020

**Number of pages** 89

**Language** Finnish

---

### **Abstract**

The investment needs and the rehabilitation debt of the water service networks have for long been in the center of discussion in Finland. The topic has also been a visible part of the field's publications. Previous estimates have been focused on determining the investment needs arising from rehabilitation of the networks, while the whole picture of the investment needs has remained an uncovered topic at the national scale. This report aims to fill this gap, and at the same time it aims to produce an estimate of the rehabilitation value of the entire water service system.

In this report, the investment needs were estimated for the next 20 years. The estimation was, for the first time, made for all assets simultaneously and based on the available data in the information and benchmarking systems (Veeti and Venla). Additionally, a survey and a workshop, as well as expert estimates were used as means of data collection. Missing information was complemented by generalizing median data within size-based classes of water utilities.

As the main result of the report, an estimate of the total investment need of 777 million €/year for the next 20 years, was concluded. Thus, the total investment need was estimated to nearly double compared to the current situation, excluding an estimate of the investment needs arising from possible changes in the legislation. If legislation changes presented in this study were implemented fully, these requirements would in total increase the investment needs by additional 10 % annually. It became evident that most of the investments are needed for rehabilitation of the networks as they cover approximately 80 % of the total asset value. Approximately 60% of the total investment need is required for network rehabilitation. At a national scale, the needed average annual rehabilitation need was determined to be 1.1 % of the total water distribution network length, and 1.9 % of the total sewage network length. Besides networks, the investment needs of water and wastewater treatment plants were estimated. A significant increase of the investment needs was observed for water treatments plants as the total investment need was estimated to double compared to the current situation. In addition to the numeric results of this report, empirical knowledge was obtained regarding the comprehensiveness and the quality of data within the information- and benchmarking systems. Based on these observations, data gaps and possible means for filling these gaps were identified.

Due to significant degree of uncertainty in results and the number of made assumptions, sensitivity analysis was conducted to recognize the impacts of different parameters in the result. The technical-economic lifetime of the networks was found to have the greatest impact of all parameters. In addition to the sensitivity analysis, the results were compared to results from similar previous analyses as well as investment need assessments conducted in other Nordic countries.

---

**Keywords** Water services, Investment needs, Rehabilitation, Valuation

---

## Alkusanat

Tämä diplomityö toteutettiin Suomen Vesilaitosyhdistys ry:n (VVY) tilaamana hanketointimeksiantona suunnittelu- ja konsultointiyhtiö AFRY Finland Oy:ssä. Hanke käynnistyi VVY:n halusta selvittää Suomen koko vesihuollon investointitarve niin kotimaan kuin kansainvälistenkin sidosryhmien tietotarpeen täyttämiseksi. Verkostosaneerauksiin kohdistuvan investointitarpeen on todettu kasvavan jo aiemmin, mutta kokonaiskäsitys investointitarpeista on puuttunut. Työn tavoitteena oli muodostaa arvio vesihuollon kokonaisinvestointitarpeesta sekä muodostaa arvio koko vesihuolto-omaisuuden saneerausarvosta. Työn tavoitteena oli esittää investointitarpeet siten, kuin niitä kuuluisi vesihuoltolaitoksillakin käsitellä: kokonaisuutena siten, että kaikki tarpeet tulevat todellisessa mittakaavassaan huomioituiksi. Diplomityöjulkaisun ohella sisällöltään identtinen hankeraportti julkaistiin VVY:n monistesarjassa.

Haluan kiittää diplomityöni ohjaajaa (TkT) Terhi Renkoa asiantuntevasta ja rohkaisevasta ohjaustyöstä. Kiitos Suomen Vesilaitosyhdistys ry:n Osmo Seppälä, Mika Rontu ja Anneli Tiainen työn ohjausryhmään osallistumisesta ja asiantuntevista kommentteistanne työn edistämiseksi. Haluan myös kiittää Reijo Kuivamäkeä osallistumisesta hankkeen ohjausryhmään ja työn kommentointiin. Haluan kiittää kaikkia yllä mainittuja antamastanne ainutlaatuisesta tilaisuudesta tehdä tämä vaativa hanke diplomityönäni. Kiitos Jyrki Kaija, Juha Hiltula sekä Saijariina Toivikko työni kommentoinnista. Kiitos Professori Riku Vahala diplomityöni valvojana toimimisesta ja työn kommentoinnista. Kiitän myös kaikkia kyselyyn vastanneita sekä työpajaan osallistuneita vesihuoltolaitosten edustajia sekä kaikkia niiden organisaatioiden asiantuntijoita, jotka ovat antaneet panostuksensa työn toteuttamiseen.

Kiitokset VVY:n kehittämisrahastolle, VVY:lle, AFRYlle ja Maa- ja vesitekniikan tuki ry:lle diplomityöni rahoittamisesta.

Lopuksi kiitokset perheelleni ja lähipiirilleni sekä luokkatovereilleni WAT-koulutusohjelmassa tuestanne diplomityöprosessin ja opintojen aikana.

Espoo 29.7.2020

Anne Kuulas

# Sisällysluettelo

Tiivistelmä	
Abstract	
Alkusanat	
Sisällysluettelo .....	1
Lyhenteet ja määritelmät .....	3
1 Johdanto .....	4
1.1 Tausta ja selvityksen tarve.....	4
1.2 Tavoitteet ja työn rajausta .....	5
2 Nykytilanne ja tutkimusten mukaiset ennusteet.....	8
2.1 Nykytilanne.....	8
2.1.1 Vesihuoltoverkostot .....	8
2.1.2 Vedenkäsittelylaitokset ja jätevedenpuhdistamot .....	11
2.2 Ennusteet .....	13
2.2.1 Vesihuoltoverkostot .....	13
2.2.2 Vedenkäsittelylaitokset ja jätevedenpuhdistamot .....	15
2.3 Muutosvoimatekijät.....	17
2.3.1 Ilmastonmuutos.....	17
2.3.2 Väestömäärän kehitys ja vedenkulutus .....	20
2.3.3 Jäteveden typpipitoisuuden kasvu.....	22
2.4 Vesihuollon uudet vaatimukset.....	23
2.4.1 Haitta-aineiden poisto ja tehostettu ravinteiden poisto .....	23
2.4.2 Lieke ja fosforin talteenotto.....	24
3 Tutkimusaineisto ja tutkimusmenetelmät .....	26
3.1 Veeti-aineisto .....	28
3.2 Venla-aineisto .....	28
3.3 Veeti- ja Venla-aineistojen ristiin tarkistus .....	29
3.3.1 Aineiston täydentäminen .....	32
3.4 Kyselytutkimus .....	33
3.5 Työpaja .....	36
3.6 AFRY Finland Oy:n konsulttityöt.....	37
3.7 Tutkimusaineistojen yhteensovitus ja analysointi.....	37
3.7.1 Vesihuoltolaitosten ryhmittely.....	37
3.7.2 Analyysimenetelmät.....	39
3.8 Ahvenanmaan vesihuolto .....	41
3.9 Kustannusarvioita varten tehdyt oletukset.....	42
4 Tutkimustulokset .....	45
4.1 Investointitarpeet.....	45
4.1.1 Vesihuollon uudet laitosinvestoinnit .....	45
4.1.2 Arvio lainsäädännön muutosten uusista laitosinvestoinneista.....	46
4.1.3 Vesihuollon laitossaneerausinvestoinnit .....	49
4.1.4 Yhdys- ja siirtojohtoinvestoinnit.....	52
4.1.5 Verkostojen uusinvestoinnit .....	54
4.1.6 Verkostojen saneerausinvestoinnit.....	55
4.1.7 Vesisäiliöiden investoinnit .....	60
4.2 Kokonaisinvestointitarve ja vesihuolto-omaisuuden arvo.....	60
5 Tulosten käsittely ja arviointi.....	63

5.1	Investointitarvetason vertailu aiempien selvitysten tuloksiin.....	63
5.2	Tulosten herkkyyssanalyysi .....	69
5.3	Virhelähteet ja tulosten kattavuus .....	71
5.4	Kehityssuunta vuoden 2040 jälkeen.....	76
6	Yhteenveto ja johtopäätökset .....	77
	Lähdeluettelo.....	82

## Lyhenteet ja määritelmät

AVL = Asukasvastineluku, yhden ihmisen aiheuttama keskimääräinen jätevesikuormitus (biologinen hapenkulutus, fosfori ja typpi) yhden vuorokauden aikana.

LVI = Lämmitys-, vesijohto- ja ilmanvaihtojärjestelmät

SIA = Sähkö-, instrumentointi- ja automaatiojärjestelmät

Kokonaisinvestointitarve = saneeraus- ja uusinvestointitarpeen summa

Käyttöomaisuus = resurssi, jolla on rahallinen arvo ja joka tuottaa arvoa omistajalleen

Omaisuuuden hallinta = Prosessit, joilla vesihuoltolaitokset varmistavat infrastruktuurin toiminnan vastaavan palvelulle asetettuja tavoitteita riskienhallintaan noudattaen, siten, että elinkaarikustannukset muodostuvat mahdollisimman mataliksi (Laakso 2020)

Pitoaika = teknistaloudellisesti määräytyvä aika, jonka käyttöomaisuus palvelee käyttötarkoituksessaan

Saneeraus = käyttöomaisuuden kuntoa ylläpitävää, olemassa olevien rakenteiden uusimista

Saneerausarvo = käyttöomaisuuden saneeraamisen aiheuttamat lisäkustannukset suhteessa uusinvestointeihin huomioiva arvonmääritysmenetelmä

Saneerausvelka = teoreettinen osuus käyttöomaisuudesta, joka on ylittänyt käyttöikänsä, mutta jota ei ole vielä saneerattu

Uusinvestointi = kokonaisuudessaan uuden käyttöomaisuuden hankinta

Veeti = Suomen ympäristökeskuksen ylläpitämä vesihuoltolain (119/2001) 20 d § tarkoittama vesihuollon tietojärjestelmä

Venla = Suomen Vesilaitosyhdistys ry:n jäsenlaitoksilleen ylläpitämä vapaaehtoinen tunnuslukujärjestelmä

# 1 Johdanto

## 1.1 Tausta ja selvityksen tarve

Tarve selvittää Suomen vesihuollon tulevaisuuden investointitarpeita nousi Suomen Vesilaitosyhdistys ry:n kansainvälisen sidosryhmän, kansallisten vesihuoltoalan yhdistysten yhteisjärjestön, EurEau:n kautta. EurEau on koonnut tuloksia vastaavanlaisista investointitarveselvityksistä jäsenmaista tulevien investointitarpeiden arviointia varten kansainvälisesti. Euroopan investointipankki, Pohjoismaiden investointipankki sekä OECD (Taloudellisen yhteistyön ja kehityksen järjestö) ovat havainneet kriittisen infrastruktuurin kasvavan investointitarpeen. OECD on myös laatinut omia arvioitaan investointitarpeista (OECD 2020a). Arvioissa on todettu kasvava tarve vesihuollon investoinneille kestävän kasvun varmistamiseksi. Samaan aikaan on tunnistettu nykyisen globaalin taloustilanteen matalien korkosuhdanteiden sekä globaalin pääoman runsauden mahdollistavan infrastruktuuriin suunnattujen investointitasojen korottaminen. Vesihuollon investointien arvioinnin haasteiksi on todettu datan puute ja hajanaisuus, minkä vuoksi arviot investointitarpeista eroavat toisistaan jopa useita kertaluokkia. (OECD 2018)

Suomen vesihuoltoverkostojen saneerausinvestointitarpeita on arvioitu maa- ja metsätalousministeriön koordinoimissa YVES-tutkimuksissa vuosina 1992 ja 2008. Myöhemmin 2000-luvulla arvioita riittävästä saneerausvolyymeistä on tehty pintapuolisemmin rakennetun omaisuuden tilaa arvioivissa ROTI-raporteissa sekä vuonna 2018 ”Tulevaisuuden kestävä vesihuolto – ennakointi, ohjaus ja järjestäminen”-hankkeen yhteydessä. Ruotsissa ja Norjassa on tehty nyt laaditun selvityksen kaltaiset pitkän aikavälin vesihuollon kokonaisinvestointitarveselvitykset, joissa on tunnistettu tarve vesihuoltoverkostojen saneeraustasojen kasvattamiselle ja samanaikaisesti tarve myös muille merkittävälle investoinneille, joiden ennakoidaan aiheutuvan muun muassa kiristyvistä lainsäädännöstä ja ilmastomuutokseen sopeutumisesta (Svenskt Vatten 2017, Norsk Vann 2017).

Vesihuollon alalla on tarve tarkennetulle ja ajantasaistetulle arviolle alan pidemmän aikavälin investointitarpeista varautumisen ja alan edunvalvonnallisesta näkökulmasta. Tuleva kustannuskehitys vaikuttaa merkittävästi alan toimintaan ja siihen tulee pystyä varautumaan ennalta. Viimeisimmät mittavimmat kansalliset vesihuoltoverkostojen saneeraustarvearviot ovat jo yli vuosikymmenen takaisia. Selvityksen käynnistämiseen vaikutti myös se, että verkostojen saneeraustasojen nostamisen on ajankohtaista viimeistään nyt, kun 1960- ja 1970-luvuilla rakennetut verkostot saavuttavat tai ovat osittain saavuttaneet saneerausiän.

Vesihuolto on alana investointi-intensiivinen, mutta samalla kriittinen infrastruktuuri. Suomessa onkin jo pitkään puhuttu vesihuoltoverkostojen investointitarpeen kasvusta vesihuoltoalan suurimpana haasteena ja luotu uhkakuvia vesihuollon toimintavarmuuden heikentymisestä ja uusien vesivälitteisten epidemioiden puhkeamisesta. Nykyisen verkostojen saneeraustason on useissa selvityksissä todettu olevan riittämätön tulevaisuudessa, kun iso osa verkostoista saavuttaa lähes kerralla saneerausiän, ja moni vesihuoltolaitos on tilanteessa, jossa verkostosaneeraukset tulevat suuremmalla volyymilla osaksi normaalia toimintaa. Nykyään verkostojen saneerausvolyymit usein määräytyvät muiden investointitarpeiden puitteissa, eikä saneerausvolyymin toteuma siten ole ollut todellisen tarpeen mukainen pitkällä aikavälillä. Taloudellisuuden ja resurssiviisauden näkökulmasta verkostot tulisi saneerata mahdollisimman oikea-aikaisesti.



## 1.2 Tavoitteet ja työn rajaus

Selvityksen tavoitteena on kuvata Suomen vesihuoltolaitosten kokonaisinvestointitarve seuraavan 20 vuoden aikajaksolla. Tämä aikajänne jaettiin investointien ajoittumisen selkeyttämiseksi kolmeen ajanjaksoon: 2020–2025, 2026–2030 ja 2031–2040. Lisäksi selvityksessä kuvataan investointitasojen suunnan kehittymistä ja siihen vaikuttavia tekijöitä myös varsinaisen tarkastelujakson jälkeen.

Selvityksessä osoitetaan, miten verkostosaneeraustarpeen välttämätön kasvu asettuu vesihuoltoalan investointitarpeiden kokonaisuuteen. Verkostosaneeraukset ovat nykyään jatkuva ja lähiaikoina kasvava menoerä vesihuoltolaitoksille, minkä vuoksi ne tulee kestäväällä tavalla saattaa osaksi vesihuoltolaitosten investointiohjelmia, jotta voidaan varmistua saneerausinvestointien oikein mitoitettua volyymistä uusinvestointitarpeiden rinnalla. Edunvalvonnallisesta näkökulmasta selvityksellä lisätään tietoa vesihuoltoalan toimijoille sekä vesihuollon sidosryhmille investointitarpeiden kehityksestä ja perusteista. Selvitys ei poista tarvetta laitoskohtaiselle omaisuudenhallinnalle vaan korostaa sen tärkeyttä investointien taroituksenmukaisessa, kunto- ja riskiperusteisessa kohdentamisessa. Selvityksessä myös esitetään arvioita tiedoista, joita tulevaisuudessa olisi tärkeää kerätä, jotta vesihuollon tilaa voitaisiin helpommin arvioida kansallisessa mittakaavassa.

Aiemmista kansallisista investointitarveselvityksistä poiketen tämän selvityksen tavoitteena on ensimmäistä kertaa käsitellä vesihuoltoverkostojen lisäksi myös muuta vesihuolto-omaisuutta. Tässä selvityksessä huomioitiin verkostojen lisäksi vedenottamot, vedenkäsittelylaitokset ja jätevedenpuhdistamot sekä vesihuollon erikoisrakenteet. Myös hulevesiverkostot ovat mukana tarkastelussa niiltä osin kuin ne kuuluvat viimeisimmän saatavilla olevan tiedon mukaan vesihuoltolaitoksille. Selvityksessä laitосomaisuutta on arvioitu vesihuoltolaitoksittain niiden käsittelemään vesi- ja/tai jätevesivolyyymiin perustuen, koska saatavilla ei ollut tietoa kaikista vesihuoltolaitosten jätevedenpuhdistamoista ja vedenkäsittelylaitoksista ja niiden vesi- tai jätevesivolyyymeistä. Investointitarvearviot pohjautuvat laitoskokoluokituksiin mediaanitietoihin, sillä puuttuvia tietoja olemassa olevan käyttöomaisuuden määrästä, arvosta ja iästä on arvioitu selvityksessä laadittujen laitoskokoluokkien muiden laitosten tietojen perusteella.

Selvitykseen on otettu mukaan myös ne Veeti-järjestelmästä (Suomen ympäristökeskuksen ylläpitämä vesihuoltolain (119/2001) 20 d § tarkoittama vesihuollon tietojärjestelmä) löytyvät toimijat, jotka eivät ole vesihuoltolain tarkoittamia vesihuoltolaitoksia. Kiinteistöjen omistamia tonttijohtoja ja kiinteistökohtaisia järjestelmiä ei ole sisällytetty selvitykseen. Veeti- ja Venla-aineistojen tiedot rajautuvat Manner-Suomeen. Venla-järjestelmä on Suomen Vesilaitosyhdistys ry:n ylläpitämä vesihuoltolaitosten tunnuslukujärjestelmä. Ahvenanmaan vesihuolto-omaisuutta on käsitelty omassa osiossaan luvussa 3.8.

Investointitarpeet esitetään selvityksen laadintahetken kustannustasossa. Arvonmäärittämiä tehdään vesihuoltolaitoksilla yleisesti nykykäyttöarvoon, jälleenhankinta-arvoon ja tuottoarvoon sekä näiden laskentatapojen yhdistelmiin perustuen. Nykykäyttöarvo määritetään jälleenhankinta-arvosta huomioiden vesihuolto-omaisuuden ikä ja pitoaika. Siten nykykäyttöarvo on sitä pienempi, mitä lähempänä omaisuuserä on teknistaloudellisen pitoajan loppua. Jälleenhankinta-arvoa määrittäessä lasketaan kustannus käyttöomaisuuden rakentamiselle nykytekniikalla ja – hintatasolla. Tuottoarvo kuvaa vesihuoltolaitoksen arvoa taloudellisen kannattavuuden eli tulo- ja menorakenteen näkökulmasta. Se perustuu ennusteeseen vapaan

kassavirran suuruudesta yleensä 5–15 vuoden aikajänteellä, jossa on vähennetty tulovirta-arviosta kuluihin ja investointeihin suuntautuneet menot. (Lepola 2013) Hankkeen yhteydessä todettiin, että mikään näistä laskentatavoista ei palvele työn tavoitteita saneerausinvestointitarpeen määrittämisessä. Vesihuoltoverkostojen saneerausinvestointitarpeiden osalta esitetäänkin verkosto-omaisuuden saneerausarvo, joka johtaa muita arvonnäytystavoja merkittävästi korkeampiin arvonnäytystuloksiin. Verkostojen saneerauksissa uusinvestointiin verrattuna oleelliseksi kustannuseräksi muodostuvat olemassa olevien rakenteiden suojaaminen ja korjaaminen työtä suoritettaessa, väliaikainen vedenjakelu, liikenteen erikoisjärjestelyt, saneerattavien rakenteiden poistaminen ja poisvienti. Verrattaessa suureiden keskinäisiä suhteita, voidaan todeta vaihtelevuuden olevan vesihuoltolaitostasolla merkittävää. Suurimmilla vesihuoltolaitoksilla ero saneeraus- ja uusinvestoinnin yksikkökustannusten välillä on huomattavasti pieniä vesihuoltolaitoksia suurempi. Kansallisen mittakaavan tarkastelussa eroavaisuudet kuitenkin tasoittuvat ja karkeasti arvioiden voidaan todeta saneerausarvon olevan noin kaksinkertainen jälleenhankinta-arvoon nähden. Jälleenhankinta-arvo on karkean arvion perusteella noin kaksinkertainen nykykäyttöarvoon nähden.

Saneeraustarvearvio tehtiin ikäperusteisesti, perustuen selvityksessä tehtyihin oletuksiin verkostojen ja laitosomaisuuden keskimääräisistä pitoajoista. Verkostojen kuntoa kuvaavia tunnuslukuja kerätään vuosittain Veeti- ja Venla-järjestelmiin, mutta saneeraustarpeen arvioiminen niiden pohjalta ei ole kansallisessa mittakaavassa yksiselitteistä, koska tunnusluvut eivät ilman kohdennetumpaa kuntotietoa kuvaa huonokuntoisen verkoston määrää. Tässä selvityksessä verkostojen kuntotiedon nähdään vaikuttavan ennen kaikkea saneerauksien kohdentamiseen, ei niinkään saneerausvolyymin määrään. Laitostasolla on olennaista, että saneeraukset kohdennetaan mahdollisimman tarkasti kriittisimpiin ja huonokuntoisimpiin verkostojen osiin saneerauksen vaikuttavuuden maksimoimiseksi.

Kansallisen tason selvityksessä tarkoituksenmukaisen tarkkuustason säilyttämiseksi jätevedenpuhdistamoiden ja vedenkäsittelylaitosten käyttöomaisuus on tässä selvityksessä jaoteltu seuraaviin kokonaisuuksiin, joille on määritelty keskimääräiset pitoajat ja saneerausarvot:

1. Rakennukset
2. Koneisto, LVI ja SIA
3. Kalliotilat

Uusinvestointien osalta selvityksessä tehtiin arvioita mahdollisesti tulevaisuudessa edellyttävistä uusista investointitarpeista pohjautuen oletuksiin etenkin lainsäädännön tiukentuvista ja uusista vaatimuksista.

Investointitarpeet arvioitiin vesihuollon nykyrakenteella, koska päätöksiä vesihuollon rakennemuutoksen realisoitumisesta ei ollut selvitystä laadittaessa saatavilla ja yhdistymisten kehityskulku on hankalasti ennustettavissa. Hankkeen yhteydessä pääteltiin, että valtaosan investoinneista kohdistuessa vesihuoltoverkostoihin, ei rakennemuutoksella olisi erityisen merkittävää vaikutusta investointien kokonaismääriin, vaan investointien toteuttajat, niiden ajoittuminen sekä investointien kohdistuminen etenkin laitosomaisuuden osalta voi muuttua. Varsinkin verkostojen ikäjakaumien vaihdellessa merkittävästikin vesihuoltolaitosten välillä, vesihuoltorakenteen tiivistymisellä voidaan arvioida olevan tasaava vaikutus verkostosaneerauksien ajoittumiseen (Laakso ym. 2018a). Tätä havaintoa tuettiin selvityksessä ole-

tuksella tasaisesta saneerausvolyyymistä tarkastelujakson aikana. Selvityksen tulosten valossa pyrittiin myös arvioimaan nykyisen vesihuoltorakenteen realistia mahdollisuuksia toteuttaa tulevat investoinnit niiden edellyttämässä laajuudessa.

## 2 Nykytilanne ja tutkimusten mukaiset ennusteet

Suomessa on noin 1100 vesihuoltolain tarkoittamaa vesihuoltolaitosta. Kunnallisessa omistuksessa on noin 400 vesihuoltolaitosta, ja loput vesihuoltolaitoksista ovat vesihuoltolaitoksen kriteerit täyttäviä vesiosuuskuntia. Kun mukaan otetaan ne vesihuollon toimijat, jotka eivät täytä vesihuoltolain (VHL 3§) mukaisia vesihuoltolaitoksen kriteereitä, on vesihuollon toimijoita Veeti-tietojärjestelmän mukaan noin 1800. Näiden toimijoiden joukossa on paljon osuuskuntia, joiden toiminta-aluetta ei ole määritelty. (Suomen ympäristökeskus 2020)

Tähän saakka investointitarvearviot ovat selkeästi rajautuneet käsittelemään verkostojen saneeraustarpeita, eikä kansallisesti ole määritetty niiden lisäksi talousvedenkäsittelylaitoksiin, jätevedenpuhdistamoihin, yhdys- ja siirtojohtoihin tai vesihuollon erikoisrakenteisiin kohdistuvia investointitarpeita. Myös tieto omaisuuden määrästä painottuu verkostoihin, eikä laitosomaisuudesta ole kootusti tietoa saatavilla.

Suomessa on tehty muutamia maanlaajuisia selvityksiä, joissa on määritetty sen hetkinen arvio vesihuoltoverkostojen saneeraustarpeesta. Viimeisin verkostoinvestointitarvetta koskeva kattava maanlaajuinen selvitys on yli vuosikymmenen takainen. (Maa- ja metsätalousministeriö 2008 & 1992, RIL 2019) Selvityksissä on kuvattu verkostosaneerauksien investointitarpeen kokonaissumma, erittelemättä sitä tarkemmin laitoskokoluokkien välillä ja toisaalta yhdistämättä tätä investointitarvetta vesihuollossa samanaikaisesti ilmeneviin muihin investointitarpeisiin. Verkostoja koskevien saneerausinvestointitarveselvitysten lisäksi on tehty erinäisiä selvityksiä ilmastomuutoksen ja myös muiden ulkoisten muutostekijöiden vaikutuksista vesihuoltoon. (Suomen ympäristökeskus 2012, Meriläinen et al. 2019, Silfverberg 2017) Vesihuoltolaitokset ja ELY-keskukset ovat itsenäisesti toteuttaneet investointi- ja kehittämissuunnitelmia, joissa vesihuoltolaitosten tulevaisuuden näkymiä on tarkasteltu pidemmällä aikajänteellä. Erinäisistä selvityksistä huolimatta, kokonaiskuva Suomen vesihuollon kokonaisinvestointitarpeista ei ole saatu.

Vesihuoltoverkostojen rapistuminen luo epävarmuutta tulevaisuuden vesihuollon toimintavarmuudesta (RIL 2019). Tulevaisuuden toimintavarmuus edellyttää saneerauksen vaikuttavuutta, eli riittävää saneeraustasoa oikein kohdennettuna. Tiedon puute ja haasteet tiedon hankkimisessa on havaittu jo aiemmissa selvityksissä, sillä varsinkin pienimpien vesihuoltolaitosten tiedot käyttöomaisuudestaan ovat puutteelliset. Vuoden 2019 ROTI-raportin mukaan vain 10 %:lla Suomen vesihuoltolaitoksista on sähköinen verkkotietojärjestelmä, mikä kuvaa hyvin epävarmuutta vesihuoltoverkostojen ikä- ja kuntotiedoissa. (RIL 2019, Laakso ym. 2018a)

### 2.1 Nykytilanne

#### 2.1.1 Vesihuoltoverkostot

Vesihuoltoverkoston kokonaismäärä on kasvanut Suomessa nopeasti aina 1970-luvulta lähtien ja tämä kasvu on jatkunut jyrkkänä aina viimeisimpään investointitarveselvitykseen saakka. (Lapinlampi & Raassina 2002, Maa- ja metsätalousministeriö 2008) Viimeisimpien arvioiden mukaan Suomen vesijohtoverkoston kokonaispituus on noin 107 000 km ja viemäriverkoston (mukaan lukien hulevesiviemäriverkosto) kokonaispituus noin 50 000 km

(Suomen ympäristökeskus 2015a, RIL 2019). Rakennetun omaisuuden tilaa kuvaavassa ROTI 2017 -raportissa vesihuollon verkosto-omaisuuden arvoksi oli arvioitu 6,5 miljardia euroa. Arviolta kuusi prosenttia vesijohtoverkosto-omaisuudesta ja jopa 12 % viemäriverkosto-omaisuudesta on luokiteltu erittäin huonokuntoiseksi. Tämä arvio on esitetty ensimmäisen kerran jo vuonna 2008 (Maa- ja metsätalousministeriö), joten voidaan todeta, että ajantasaista kansallisen mittakaavan kuvaa verkostojen kunnosta ei tällä hetkellä ole.

Vesihuollon verkosto-omaisuuden määrä on jakautunut Suomessa karkeasti siten, että 20 suurinta vesihuoltolaitosta omistaa koko maan vedenjakeluverkostosta 20 % ja viemäriverkostosta 30 %. Nämä 20 suurinta laitosta hoitavat 80 % Suomen vesihuollosta vesimäärien ja jätevesivolyymien näkökulmasta. Voidaankin todeta, että maassa on suuri määrä pieniä ja keskisuuria vesihuoltolaitoksia, joilla verkosto-omaisuutta on merkittävän paljon. (Laakso ym. 2018a). Samaan aikaan näillä vesihuoltolaitoksilla on taloudellisesta näkökulmasta huonoimmat edellytykset kasvattaa saneerausinvestointien määrää riittävälle tasolle ja myös puutteellinen tieto verkostojensa kunnosta ja ikäjakaumasta.

Viimeisimmästä, vuonna 2008 valmistuneesta kansallisen mittakaavan vesihuoltoverkostojen saneeraustarvearviosta on kulunut aikaa ja merkittävä osa verkosto-omaisuudesta on tänä aikana saavuttanut tai on lähivuosina saavuttamassa teknistaloudellisen käyttöikänsä, verkostopituuksien merkittävän kasvun alettua noin 50 vuotta sitten, 1960- ja 1970-lukujen aikana. Tuolloin muodostettu käsitys vesihuoltoverkoston silloisesta ikäjakaumasta on esitetty taulukossa 1. Yli 30 vuotta vanhat putket ovat nyt saavuttaneet yli 40 vuoden iän. Nyt tehtävän selvityksen aikajänteellä tätä ikäjakaumaa noudattamalla voidaan todeta, että vesijohtoverkostosta noin 30 % ja jätevesiviemäriverkostosta noin 37 % ylittää 60 vuoden iän vuoteen 2040 mennessä. On kuitenkin huomioitava, että selvitysten välillä aikaa on kulunut yli kymmenen vuotta, minkä aikana osa näistä verkostoista on jo saneerattu.

**Taulukko 1.** Vesihuoltoverkostojen ikäjakauma vuonna 2008 (Maa- ja metsätalousministeriö 2008)

Verkosto	Alle 20 vuotta	Yli 30 vuotta
Vedenjakeluverkosto	46 %	30 %
Viemäriverkosto	40 %	37 %

Vesihuoltoverkostojen uus- ja saneerausinvestointien toteutuneita yksikköhintoja voidaan arvioida aiempien selvitysten saneeraus- ja investointimäärien pohjalta. Vuosituhannen alkupuoliskolla verkostosaneerauksien keskimääräinen yksikköhinta oli noin 160–190 €/m. Uusien verkostojen rakentamiskustannus on vastaavasti ollut noin 80–120 €/m. Nämä arvot perustuvat noin 60 vesihuoltolaitoksen arvioihin, joissa on mukana hyvin erikokoisia laitoksia. Vaihteluvälin pienempi arvo kuvaa vesijohtoverkoston yksikkökustannuksia ja suurempi arvo jätevesiviemäriverkoston kustannuksia. Tuolloin vesijohtoverkoston saneeraaminen auki kaivamalla oli selvästi sujuttamista yleisempi menetelmä. Myös viemäriverkoston saneeraus toteutettiin useimmiten auki kaivettuna. (Maa- ja metsätalousministeriö 2008) Saneerausmenetelmät ovat sittemmin muuttuneet, sillä vuonna 2018 tehdyn kyselyn perusteella vuonna 2017 vesijohdoista saneerattiin n. 35 % ja jätevesiviemäreistä vastaavasti 45 % kaivamattomia menetelmiä käyttäen (Rontu 2018). Mittavaa kyselyä ei tämän hankkeen yhteydessä tehty eri saneerausmenetelmien yleisyydestä, mutta muutaman vesihuoltolaitoksen haastatteluilla todettiin sujutuksien osuuden ainakin paikoin ylittäneen auki kaivamalla saneerattujen osuuden. Osassa vesihuoltolaitoksista sujutuksia on tehty niin paljon kuin on

olosuhteiden puitteissa ollut mahdollista. Toisaalta osassa vesihuoltolaitoksia sujutuksia tehdään paikallisten olosuhteiden vuoksi hyvin vähän.

Arviot vesihuoltoverkostojen saneerausvelan määrästä ovat vaihdelleet aikojen saatossa. Osassa aiempia selvityksiä saneerausvelkaa on todettu olevan ja saneerausvelan määrän on todettu vaihtelevan laitoksittain. Kaikki laitokset eivät pysty määrittämään saneerausvelan suuruutta johtuen puutteellisista verkostojen ikä- ja kuntotiedoista. Eri aikoina tehty saneerausvelka-arviot eivät ole keskenään täysin vertailukelpoisia johtuen verkostojen uusiutumisesta saneeraamisen myötä ja siitä aiheutuvasta verkostojen ikä- ja materiaali- ja jakaumien muuttumisesta. Merkittävä muutos on tapahtunut muovin yleistyttyä verkostomateriaalina, jonka todellista teknistä käyttöikää ei vielä tunneta. Laskennallinen saneerausvelan määrä linkittyy suoraan myös verkostojen pitoaika-oletukseen. (Laitinen 2016, Laakso ym. 2018a) Viimeisimmän arvion mukaan saneerausvelkaa ei kansallisessa mittakaavassa ole vielä välttämättä ehtinyt muodostua, mikäli verkostojen pitoajaksi oletetaan 60 vuotta ja saneeraustaso on laajalti ollut 0,55 %/vuosi. Jos pitoaika on 50 vuotta, on saneerausvelkaa kertynyt noin 8 000 km vesijohtoverkoston osalta, eli vajaat 10 % verkoston kokonaispituudesta. Jätevesiviemäriverkoston osalta saneerausvelan määräksi on arvioitu noin 1500 km eli 3 % verkoston kokonaispituudesta. (Laakso ym. 2018a)

Taulukossa 2 on vertailtu kolmen eri ajanjakson keskimääräisiä saneerausvolyyymejä. Vesihuoltoverkostojen saneeraustaso on nykyisellään lähes samalla tasolla 2000-luvun alun tilanteeseen verrattuna. Vuosien 2016–2018 otanta kattaa suuren määrän vesihuoltolaitoksia: vesijohtoverkostojen osalta 165 vesihuoltolaitosta ja jätevesiviemäriverkoston osalta 145 vesihuoltolaitosta. Aiemmat otannat ovat olleet tätä pienempiä. Saneerausvolyyymien onkin todettu vaihdelleen jonkin verran vesihuoltolaitosotannasta riippuen. Pienillä vesihuoltolaitoksilla vesijohtoverkoston saneeraustaso oli 2000-luvun alussa keskimäärin alle 0,2 %/vuosi, mutta samaan aikaan viemäriverkostojen saneeraustaso on ollut merkittävästi korkeampi, >0,7 %/vuosi, mikä ylittää suurempien vesihuoltolaitosten saneeraustason. Tässä selvityksessä analysoitiin erikseen myös 20 suurimman (tukkulaitoksia ei huomioitu) vesihuoltolaitoksen toteutuneet keskimääräiset saneerausvolyymit. Tuloksena saatiin n. 0,5 % kummankin verkoston osalta.

**Taulukko 2.** Verkostojen saneerausvolyymit viimeisten n. 30 vuoden aikana (Maa- ja metsätalousministeriö 2008, Vesilaitosyhdistys 2020a).

Saneerausvolyyymi	1990-luvun alku	2000-luvun alku	2016–2018 keskiarvo
Vesijohtoverkosto	0,2–0,3 %	0,4–0,6 %	0,3–0,6 %
Jätevesiviemäriverkosto	0,2–0,3 %	0,6–0,8 %	0,6–0,8 %

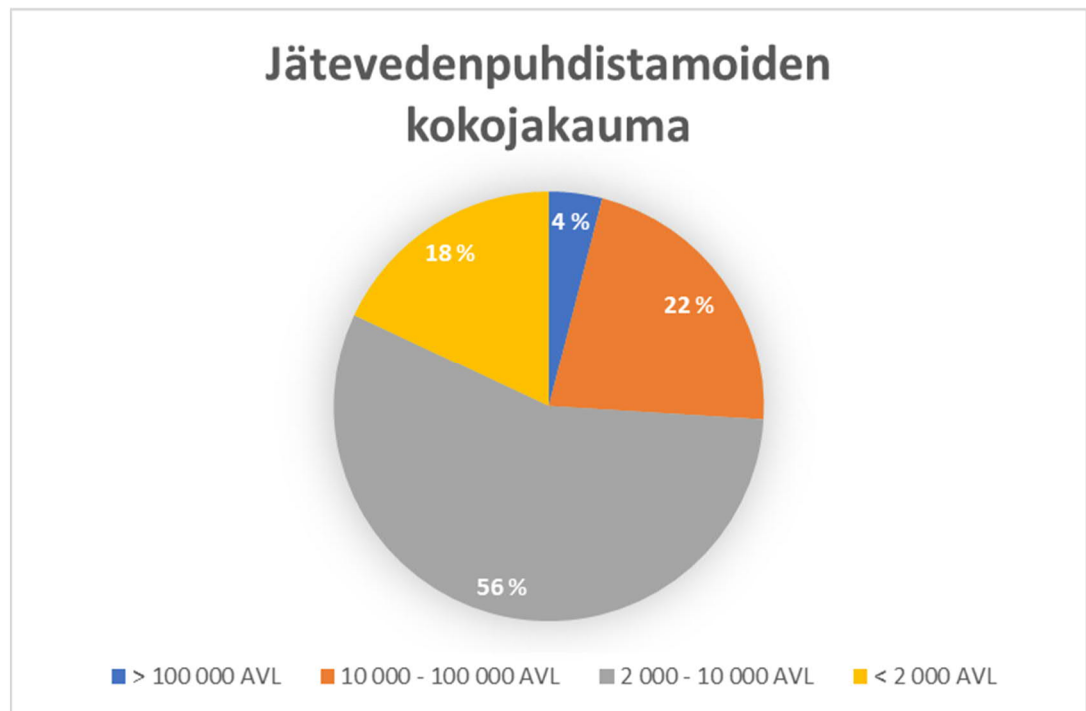
Vuonna 2006 uusia vesijohtoja rakennettiin 1,7 % verkoston kokonaispituudesta ja viemäriverkostoa puolestaan 2,1 %. Verkostojen uusinvestointeihin käytettiin maanlaajuisesti kokonaisuudessaan n. 240 M€. Investointitasot ovat vuosituhanen vaihteen jälkeen merkittävästi kasvaneet, lähes tuplaantuneet, sillä vuonna 1999 uusinvestointeihin käytettiin 141 M€. (Maa- ja metsätalousministeriö 2008) Venla- ja Veeti-aineistoon pohjautuen uutta vesijohtoverkostoa rakennetaan tällä hetkellä vuosittain yhteensä n. 0,6 % verkoston kokonaispituudesta (noin 600 km/vuosi). Vastaavasti jätevesiviemäriverkostoa rakennetaan n. 0,9 % jätevesiviemäriverkoston kokonaispituudesta eli noin 430 km/vuosi. Näin ollen, verkostoihin kohdistuvat uusinvestoinnit ovat vuoden 2006 tasoon nähden laskeneet huomattavasti.

Suurimmilla vesihuoltolaitoksilla investoinnit jakautuivat hyvin tasaisesti uus- ja saneerausinvestointien välillä. Sen sijaan pienemmillä laitoksilla uusinvestointien osuus painottui selvästi. Mitä pienempi vesihuoltolaitos, sitä suurempi osuus investoinneista on kohdistunut uusinvestointeihin. Kolmen edellisen vuoden kuluessa saneerausinvestoinnit ovat euromääräisesti kasvaneet. Vuonna 2018 käytettiin vesijohtoverkoston saneerausinvestointeihin kokonaisuudessa 40,2 miljoonaa euroa ja jätevesiviemäreiden saneerausinvestointeihin 41,8 miljoonaa euroa. Venla-otannan mukaan samana vuonna vesijohtoverkosta saneerattiin noin 200 kilometriä ja jätevesiviemäreitä noin 160 kilometriä, joista 75 % noin 80 suurimmalla vesihuoltolaitoksella.

Tämänhetkiset Suomen vesihuollon omaisuudenhallinnan käytännöt eroavat alan huipputasosta. Verkoston saneerausinvestointipäätökset tehdään edelleen joskus pelkkien asiantuntija-arvioiden perusteella, ja on epäselvää, kuinka laajasti datalähtöistä omaisuudenhallintaa hyödynnetään nykyisin vesihuoltolaitoksilla. Hyödyntämisen on arvioitu olevan vähäistä etenkin pienillä ja keskisuurilla vesihuoltolaitoksilla, minkä on arvioitu johtuvan osaamisvajeesta, historiatiedon puuttumisesta sekä järjestelmien korkeiksi koetuista kustannuksista. (Laakso 2020, Sirkkiä ym. 2017) Tarve modernien tietojärjestelmien käyttöönotolle ja niiden mahdollistavalle tiedon tehokkaammalle hyödyntämiselle on todettu. Datan kerääminen yksinään ei riitä, vaan tarvitaan tehokkaita keinoja tiedonhallinnan järkevöittämiseksi. Datan määrän lisääntyessä perinteisten datankäsittelymenetelmien sijaan voidaan soveltaa lukuisia tekoälyyn ja koneoppimiseen nojautuvia sovellutuksia verkoston kuntoluokitusten toteuttamiseksi ja siten myös investointien priorisoimiseksi. Kuntotiedon ohella verkoston osien riskiluokituksen laatimisen on todettu edistävän saneerausten optimaalista kohdentamista. Riskiperusteisessa saneeraamisessa huomioitavia tekijöitä on tunnistettu viimeaikaisissa tutkimuksissa (Laakso ym. 2018b). Näihin tunnistettuihin tekijöihin kuuluvat sekä verkoston toiminnalliset, palvelun jatkuvuuteen liittyvät tekijät, että ympäristölliset tekijät. Haasteeksi jää edelleen data ja sen edustavuus, joihin on luotettavien arvioiden saamiseksi kiinnitettävä huomiota. (Laakso 2020)

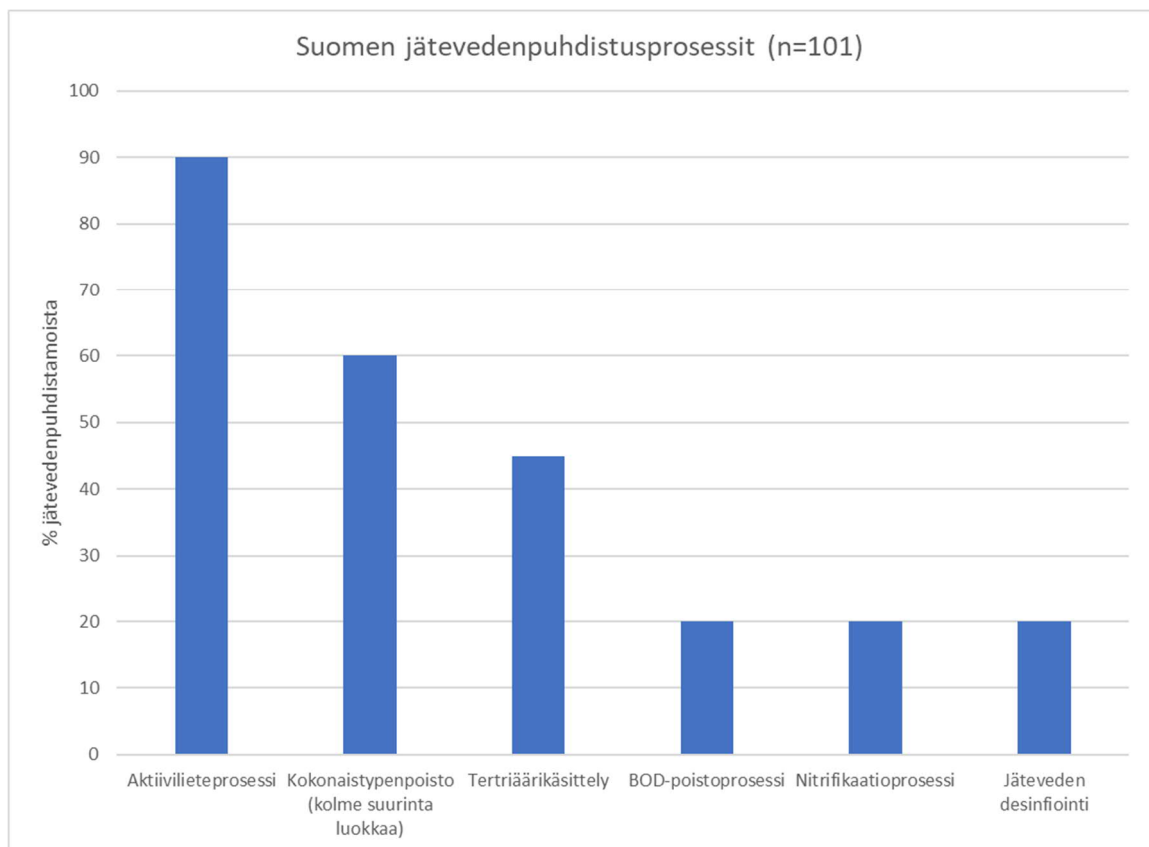
### 2.1.2 Vedenkäsittelylaitokset ja jätevedenpuhdistamot

Suomen ympäristökeskuksen vesitilinpidon mukaan Suomessa vuosittain toimitetun talousveden määrä on noin 403 miljoonaa m<sup>3</sup>. Valtaosa (n. 50 %) talousvedestä on pohjavettä, 35 % pintavettä ja 15 % tekopohjavettä (Suomen ympäristökeskus 2019a). Euroopan unionin juomavesidirektiivin täyttäviä suuria vedenjakelualueita on Suomessa 153. Nämä vesihuoltolaitokset kattavat 4,5 miljoonan asukkaan talousvesitarpeen ja noin ¾ vuosittain tuotetusta vesimäärästä (Zacheus 2018). Vuosittain käsitellyn jäteveden määrä vaihtelee huomattavasti talousvettä enemmän sademäärien takia. Keskimääräinen käsitellyn jäteveden kokonaismäärä on noin 500 miljoonaa m<sup>3</sup> vuodessa (Laitinen ym. 2014). Kuvassa 1 on esitetty arvio jätevedenpuhdistamoiden kokojakaumasta (Vesilaitosyhdistys 2016). Ympäristöluvanvaraisia jätevedenpuhdistamoja on noin 450, joista noin 170 on Euroopan unionin jätevesidirektiivin velvoittamia puhdistamoja. (Suomen ympäristökeskus 2015b) Verkoston tavoin, laitospuolen toteutuneita investointisummia on kerätty vuosittain Veeti- ja Venla-järjestelmiin. Näiden summien perusteella ei kuitenkaan pystytä päättämään investointien tarkempaa kohdentumista.



**Kuva 1.** Jätevedenpuhdistamoiden kokojakauma asukasvastineluku (AVL) luokittain.

Kuvassa 2 on esitetty noin sataan Suomen jätevedenpuhdistamoon perustuva otanta pääasiassiallisista prosessityypeistä (Vesilaitosyhdistys 2016). Kokonaistypenpoistoarvioon on otettu mukaan laitoskokoluokista vain kolme suurinta.



**Kuva 2.** Jätevedenpuhdistamoiden prosessiyksiköiden yleisyys Suomessa.



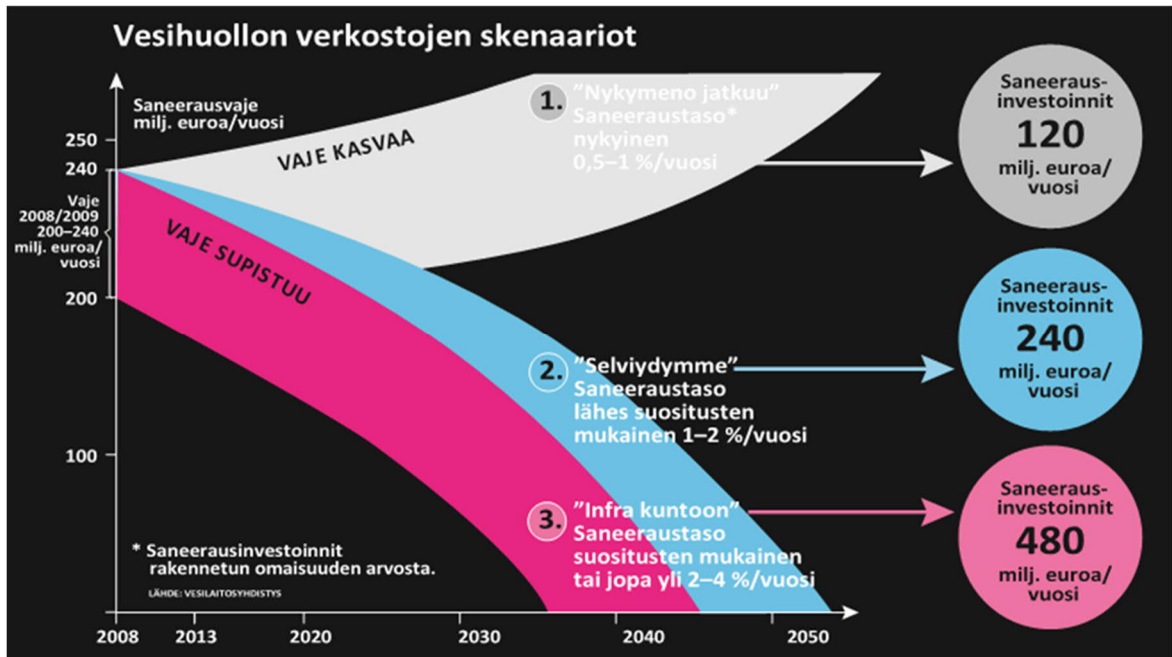
Jätevedenpuhdistamoiden rahallista arvoa voidaan arvioida perustuen vesihuoltotilastojulkaisun mukaisiin toteutuneisiin investointeihin. Nämä investointimäärät on kerätty julkaisuun aikaväliltä 1970–2000 (Lapinlampi & Raassina 2002). Vuoteen 2000 mennessä jätevedenpuhdistamoihin oli kansallisessa mittakaavassa investoitu noin 2,19 miljardia euroa (arvo on muutettu nykyarvoon vuoden 2020 rakennusindeksiä käyttäen). Vedenkäsittelylaitosten osalta vastaavaa tietoa ei ole tilastoitu, vaan tilastoinnissa nämä investoinnit on esitetty yhdessä verkostojen, pumppaamojen ja vesitornien investointimäärien kanssa. Jos kuitenkin arvioidaan laitosomaisuuden investointien kattaneen 20 % kokonaisinvestoinneista, on tällä aikavälillä vedenkäsittelyyn investoitu noin 1,22 miljardia euroa.

## **2.2 Ennusteet**

### **2.2.1 Vesihuoltoverkostot**

Aiemmat arviot riittävästä saneerausvolyyymistä ovat olleet korkeampia kuin toteutuneet saneerausvolyyymit. Toteumat ovat olleet noin puolet aiemmin arvioidusta riittävästä saneerausvolyyymistä. Vuonna 2008 riittäväksi saneerausvolyyymiksi noin kahdeksikymmeneksi vuodeksi eteenpäin arvioitiin keskimäärin 1,1 % vesijohtoverkoston pituudesta ja 1,9 % viemäriverkostopituudesta. Ajanjaksolle 2010–2020 tarvittavaksi investointimääräksi arvioitiin 320 miljoonaa €/vuosi, kun huomioitiin sekä jo siihen asti kertynyt saneerausvelka, että uudet saneeraustarpeet. Karkeaksi arvioksi investointitasosta 2020–2030 väliselle ajalle esitettiin 250 miljoonaa €/vuosi olettaen, että tätä edeltävänä ajanjaksona saneerausvolyyymi on ollut esitetyllä tasolla. Lisääntyvän saneeraustarpeen arvioitiin vastaavan 15–20 % vesi- ja jätevesimaksujen korotustarvetta. (Maa- ja metsätalousministeriö 2008) Kuten edellä kerrottiin, pitoaika-arvio vaikuttaa merkittävästi saneeraustarvearvioon. Näin ollen verkostosaneerausvolyyymeille voidaan esittää erilaisia arvioita riippuen oletetusta pitoajasta tai toivotusta verkoston kunnosta. Mikäli verkoston kunnan ei haluta heikentyvän juurikaan uutta vastaavasta, tulee saneeraukseen ryhtyä aiemmin. Vesilaitosyhdistys (2013) on arvioinut vesihuoltoverkostojen saneerausvajetta ja laatinut arvioiden pohjalta kolme skenaariota investointitarpeelle. Nämä skenaariot on esitetty kuvassa 3. Skenaario 1 on nykyistä saneeraustasoa vastaava investointitaso. Nykyisen tason soveltamisen on todettu kasvattavan saneerausvelkaa ja skenaarion 3 mukaisen saneerausvolyymin on todettu osin ylittävän tarpeen.

Viimeaikainen, yleisesti esitetty arvio vesihuoltoverkostojen riittävästä vuosittaisesta saneeraustasosta on 2–3 % verkostopituutena tai verkoston rahallisen arvon perusteella mitattuna. Tämän arvion pohjana olevista oletuksista ja aineistoista ei ollut tietoa saatavilla. (RIL 2017 & RIL 2019) Tämän saneeraustason toteuttaminen laajassa mittakaavassa voisi tässä vaiheessa olla viimeisimpien arvioiden mukaan ylimitoitettua (Laakso ym. 2018a). Voidaan kuitenkin todeta, että optimistisimmillakin pitoaika-arvioilla on osoitettavissa, että saneerausmäärät on tämän vuosikymmenen aikana nostettava uudelle tasolle. Vesijohtoverkostojen saneeraustaso tulisi kansallisessa mittakaavassa kolminkertaistaa nykytasoon nähden saneeraustasolle 1,7 %/vuosi. Mikäli saneerausvelkaa on jo päässyt kertymään, tason pitäisi lähitulevaisuudessa olla tätäkin korkeampi. Vastaavasti jätevesiviemäriverkoston osalta saneeraustasot on pian nostettava noin 1,6 %/vuosi tasolle. (Laakso ym. 2018a)



**Kuva 3.** Vesihuollon verkostosaneerauksien skenaariot (Vesilaitosyhdistys 2013)

Verkostojen uusinvestointitarpeiden osalta ei ole tehty numeerisia ennusteita. Verkostopi-tuuden kasvu riippuu väkiluvun lisäksi monista tekijöistä. Kuivuuden yleistymisen on enna-koitu lisäävän vedenjakeluverkoston laajentamisen tarvetta. (Suomen Kuntaliitto 2007) Vuoden 2018 kuivuuskyselyn perusteella todettiin, että merkittävä osa (24 %) kyselyyn vas-tanneista vesihuoltolaitoksista (94) sai vesijohtoverkostoonsa uusia liittymiä kuivuuden joh-dosta (Vesilaitosyhdistys 2019a). Yhtä aikaa kaupunkien pyrkimyksen tiivistysrakentami-seen voidaan ennakoita vähentävän asemakaava-alueiden laajenemista aikaisemmasta, mikä vähentää vesihuoltoverkostojen uusinvestointien määrää. Hajajätevesiasetuksen voimaantu-lon on ennakoitu lisäävän keskitetyn jätevesiviemäröinnin määrää haja-asutusalueilla. Vie-märöinnistä onkin tullut selvästi yleisemmin osa osuuskuntien toimintaa. Kuluvalla vuosi-tuhannella perustetuista osuuskunnista 70 % vastaa sekä vedenjakelusta, että jäteveden vie-märöinnistä (Repo 2011).

Kansallisten aiempien saneerausinvestointitarvearvioiden lisäksi vertailuun otettiin muut Pohjoismaat, joissa on toteutettu vastaavia investointitarvearvioita. Norjan selvityksessä in-vestointitarpeita on arvioitu valmisteilla olleiden suunnitelmien pohjalta, tarkemmin 25 kun-nan valmistelemien yleis- ja rahoitussuunnitelmien pohjalta. Näiden tietojen pohjalta on voitu esittää investointitarpeiden tarkempi kohdentuminen lääneittäin. Laskelmissa on hu-mioitu joitakin vaihtoehtoisia toimia esimerkiksi vedentuotannon osalta, jossa siirtojohdot on huomioitu vaihtoehtoisena investointina saneerauksille. Yksikköhintoja on määritetty kuntien koon perusteella 40 kunnan aineistoon perustuen. Tietoja yleistettäessä pienien lai-tosten kustannusten on oletettu olevan 80 % suurempien laitosten kustannuksista. Verkosto-saneerauksissa on pitoajan lisäksi huomioitu myös kuntoperusteisia tunnuslukuja ja jäteve-siviemäriverkoston osalta riskiperusteisesti myös kellareiden määrä. Svenskt Vatten on sel-vityksessään arvioinut investointitarpeita kolmen eritasoisen skenaarion kautta. Matalin mi-nimi-investointitaso on asetettu sellaiseksi, että vesihuoltopalvelujen taso ei heikkene nykyi-sestään tulevaisuudessa. (Svenskt Vatten 2017, Norsk Vann 2017)

Ruotsissa on arvioitu verkostojen uusinvestointitarpeiden seuraavan väestömäärän kasvua, mutta johtuen tiivistämiskäytön yleistyksistä, arvioitiin kolmanneksen väestönkasvusta kasvattavan verkostopituuksia. Tunnusluvut laskettiin yhtä henkilöä kohden rakennettavan verkostopituuden määrälle perustuen toteutuneeseen verkostopituuden kasvuun kuuden edeltävän vuoden aikana. Saneerausinvestointien osalta verkostoille on huomioitu skenaarioissa eripituisia pitoaikoja. (Svenskt Vatten 2017) Arvonmääritykset tehtiin kolmea las-  
kutapaa soveltaen:

1. Lineaarisesti ekstrapoloimalla kunnan kokoihin perustuvat jälleenhankinta-arvot kattamaan vesihuollon piirissä olevat asukkaat.
2. Laskemalla kuvitteelliset kustannukset putkimetriä kohden, huomioiden koko käyttöomaisuus ja kertomalla tämä arvo koko maan verkostopituudella.
3. Aikaisempien selvitysten mukaisten kustannusmallien hyödyntäminen, joissa kustannukset on laskettu verkosto-omaisuudelle (kr/metri). Nämä luvut on kerrottu maan koko verkostopituudella. Vastaava tarkastelu on tehty laitosomaisuuden osalta ja kustannukset on laskettu eri kokoluokissa (kr/hlö).

Verkosto-omaisuuden arvioitiin kokemuseräisesti kattavan 70 % vesihuolto-omaisuudesta ja lopun 30 %:n jakautuvan tasan vedenkäsittelylaitosten ja jätevedenpuhdistamoiden kesken. (Svenskt Vatten 2017)

## 2.2.2 Vedenkäsittelylaitokset ja jätevedenpuhdistamot

Vedenkäsittelylaitosten ja jätevedenpuhdistamoiden investointitarpeista ei ole tehty Suomessa maanlaajuisia selvityksiä. Myöskään laitosten ikätietoja, arvonmäärityksiä tai keskimääräisiä käyttöomaisuuden pitoaikoja ei ollut nyt tehtävään selvitykseen saatavilla. Vesihuoltolaitosten laitosomaisuus ei ole verkostojen tavoin näkymättömissä, mikä helpottaa käyttöomaisuuden kuntoarvioita ja oikea-aikaista saneeraamista. Laitoksia koskevien lupaehtojen täyttäminen edellyttää käyttöomaisuuden tasaista päivittämistä etenkin jätevedenpuhdistamoiden osalta, joissa tiukentuvat lupaehdot ovat edellyttäneet verkostojen ja laitosten ajantasaistamista. Tästä huolimatta, myös käsittelylaitosten peruskorjauksissa on havaittu puutteita (Suomen kuntaliitto 2007). Yksittäisten selvitysten ja lainsäädännössä odotettavissa olevien muutosten perusteella on tässä esitetty koosteena ennusteita tunnistetuille investointitarpeille. Ulkoisten muutostekijöiden kuten ilmastonmuutoksen ja väestöllisten muutosten vaikutuksia vesihuoltoon on käyty tarkemmin läpi kappaleessa 2.3.

Uusi juomavesidirektiivi astuu voimaan vuoden 2020 aikana, minkä jälkeen jäsenmailla on kaksi vuotta aikaa saattaa direktiivin säädökset osaksi kansallista lainsäädäntöä. Direktiivin myötä EU:n jäsenmailta tullaan edellyttämään ennen kaikkea tehostettua riskinarviointia parantamaan häiriötilanteisiin varautumista. (Ympäristöministeriö 2020) Poikkeus- ja häiriötilanteisiin varautuminen on enimmäkseen pienimmillä, mutta osittain myös keskisuurilla vesihuoltolaitoksilla kehittämistä edellyttävä vaatimus.

Svenskt Vatten on omassa investointitarvearviossaan antanut huomattavan painoarvon talousveden tuotantoketjun itsenäisten taudinaiheuttajia poistavien toimien ja prosessivaiheiden varmistamiselle (englanninkielinen termi MBA; Multiple Barrier Analysis). Aiempien analyysien pohjalta on esitetty ne osuudet erikokoisista talousvettä tuottavista vesihuoltolaitoksista raakavesityypeittäin, jotka tarvitsevat lisävaiheita tämän toiminnan tehostamiseksi.

(Svenskt Vatten 2017) Suomessa vastaavia selvityksiä ei ole tehty, mutta pienten pohjavesilaitosten tiedetään nykyisellään olevan yksinomaan desinfiointivalmiusvelvollisia.

Yhdyskuntajätevesidirektiivin päivittyminen tulee todennäköisesti ajankohtaiseksi lähivuosina. Nykyisen direktiivin on todettu olevan riittämätön lääkeaine- ja mikromuovijäämien poiston osalta, etenkin kun merkittävä osa yhdyskuntajätevedenpuhdistamoista vastaanottaa myös teollisuusjätevesiä. Nykyisellään direktiivi ei edellytä suoraan näiden aineiden poistoa jätevesistä, mutta osa aineista poistuu nykytekniikkaa käyttäen. (European Commission 2019, Vesilaitosyhdistys 2016) Sveitsissä on jo jätevedenpuhdistamoilla käytössä näiden aineiden tehostettuun poistoon tarkoitettuja prosessivaiheita. (Joss ym. 2020) Siellä laki velvoittaa jätevedenpuhdistamoa haitta-aineiden tehostettuun poistoon. Velvoite koskee kuorituksen vähentämisen näkökulmasta yli 80 000 liittyjän jätevedenpuhdistamoa. Sisävesistöihin jätevedet purkavista jätevedenpuhdistamoista myös pienempikokoiset velvoitetaan poistamaan haitta-aineita tehostetusti, mikäli vettä käytetään talousvedentuotannon raakavesilähteenä tai ne ovat ekologisesti herkkiä. Näillä periaatteilla esimerkiksi järviin jätevesiä purkavista jätevedenpuhdistamoista velvoite koskee yli 24 000 liittyjän jätevedenpuhdistamoa. Maassa on näiden vaatimuksien myötä edessään sadan jätevedenpuhdistamon varustaminen lainmukaisella käsittelyllä vuoteen 2040 mennessä, mikä edellyttää arviolta noin miljardin euron kokonaisinvestointia. Tavoiteltu reduktiotaso on noin 80 %, jonka toteutumista seurataan kuuden indikaattoriaineen perusteella. (Joss ym. 2020, Schärer & Bleny 2015) Direktiiviin arviointiraportissa myös digitalisaation hyödyntäminen ja julkisen tiedon tarjoaminen vesihuollon alalla on todettu alalla puutteellisiksi, kehitettäväksi asioiksi (European Commission 2019).

Tähän asti jätevedenpuhdistamoiden laitostekniset ratkaisut ovat vastanneet tiukentuviin lainsäädännön vaatimuksiin, lähinnä jäteveden typen- ja fosforinpoiston tehostamiseen. Suomessa on tehty teknistaloudellisia selvityksiä tulevaisuudessa mahdollisesti edellytettäviin jätevedenpuhdistamoiden laitosteknisiin ratkaisuihin liittyen. Vastaavat tekniikat on nykyisten vaatimusten tiukentumisen ohella huomioitu Ruotsin ja Norjan tulevaisuuden investointitarveselvityksissä todennäköisinä uusinvestointitarpeina (Svenskt Vatten 2017, Norsk Vann 2017). Lääkeainejäämien tehostettua poistamista pidetään todennäköisenä uutena vaatimuksena suurimmilla laitoksilla, mikä tulee edellyttämään laajennustarpeita ainakin osalla vesihuoltolaitoksista uusien prosessivaiheiden, kuten otsonoinnin tai aktiivihilisuodatuksen tullessa osaksi prosesseja. Fosforin talteenoton edellyttämistä pidetään niin ikään todennäköisenä muutoksena. Jätevesilietteen osalta odotettavasti tullaan edellyttämään lietteen turvallisen jatkokäytön varmistamista puhdistamalla jätevesiliete ja vähentäen sen raskasmetalli- ja muita haitta-ainepitoisuuksia. (Svenskt Vatten 2017, Norsk Vann 2014) Svenskt Vatten on ennusteissaan huomionut myös lievempiä skenaarioita, joissa vaatimukset eivät juurikaan tiukennu, vaan investointitarpeet aiheutuvat yksinomaan väestönkasvusta ja ilmastomuutoksen vaikutuksiin sopeutumisesta.

Yhdyskuntajätevesilietteen käsittelyn edistäminen liittyy ravinteiden kierrättämistä edistävään kansalliseen ympäristöministeriön koordinoimaan Raki-ohjelmaan. Ohjelmassa on asetettu toimenpideohjelman visioissa kansalliset tavoitteet ja toimenpiteet aikavälille 2019–2030. Asetetut tavoitteet linkittyvät Itämeren tilaan sekä vesipuitedirektiivin mukaisesti myös muiden vesistöjen tilan saattamiseksi ekologisesti hyvään tilaan vuoteen 2027 mennessä. Yhdyskuntajätevesilietteen osalta on asetettu tavoite herkillä vesistöalueilla sekä Itämeren alueella saattaa vähintään 50 % lietteestä kehittyneen prosessoinnin piiriin vuoteen 2025 mennessä (Ympäristöministeriö 2015). Kehittyneeksi prosessoinniksi lukeutuu mm.

fosforin erottaminen jätevedestä ja sen jatkojalostaminen edelleen lannoitetuotteeksi (Berninger ym. 2017). Nykytilanteessa ollaan vielä kaukana tästä tavoitteesta. Nykymenetelmät eivät mahdollista ravinteiden kierrättämistä, joten tavoitteiden saavuttaminen edellyttää vähintään käsittelyprosessien laajentamista ja laajimmillaan uusien tekniikoiden käyttöönottoa. (Marttinen ym. 2017) Tähän mennessä lietteenkäsittelyssä on tapahtunut Suomessa selvää toiminnan keskittämistä suurempiin yksiköihin erityisesti biokaasulaitosten määrän lisääntyessä. Tämän myötä myös ulkoistetun lietteenkäsittelyn voidaan arvioida yleistyvän. Lietteenpolton yleistymistä osin hidastaa prosessin edellyttämä pitkä ympäristölupaprosessi. Toisaalta ensimmäisiä kokemuksia on saatu Rovaniemen lietteen erillispolttolaitokselta. Viimeisimmän selvityksen mukaan tällä hetkellä valtaosa (noin 80 %) yhdyskuntajätevesilietteestä käsitellään mädättämällä joko ennen kompostointia tai ilman sitä. (Vesilaitosyhdistys 2019b)

Sveitsissä puhdistamolietteen maatalouskäyttö on kielletty vuodesta 2006 lähtien lietteeseen potentiaalisesti sitoutuneiden haitta-aineiden takia. Vuonna 2016 maassa voimaan astunut jäteasetus velvoittaa fosforin talteenottoon 10 vuoden siirtymäajan puitteissa. Saksassa on niin ikään vuonna 2015 otettu käyttöön yli 50 000 AVL:n jätevedenpuhdistamoita koskeva velvoite fosforin talteenotolle 12–15 vuoden siirtymäajan puitteissa. Ruotsissa on viitteitä samankaltaisesta kehityskulusta. (Toivikko 2018, Regeringskansliet 2020)

## **2.3 Muutosvoimatekijät**

Vesihuoltoalan käyttöomaisuuden elinkaari on pitkä, minkä vuoksi investoinneissa on tärkeää kyetä ennakoimaan tulevaa kehitystä, jotta investointeja voidaan toteuttaa perustellusti ja pitkäjänteisesti. Vesihuoltoon vaikuttavat alan sisäisten muutostekijöiden lisäksi ulkoisen toimintaympäristön muutokset kuten väestömäärän kehitys ja jatkossa enenevässä määrin ilmastonmuutos. Näillä tekijöillä tulee olemaan vaikutuksia vesihuollon kapasiteettitarpeeseen ja investointitarpeisiin laajemminkin. Vesihuollon investointeihin vaikuttavien tekijöiden määrän kasvu on todettu myös kansainvälisesti. Eri tekijöiden keskinäisten suhteiden sekä tekijöiden määrän ja niihin liittyvien merkittävien epävarmuuksien on todettu hankaloittavan tulevaisuuden tarpeiden ennustamista, mutta varmuudella on voitu todeta, että ennusteet eivät voi enää perustua yksinomaan totuttuihin tekijöihin. (World Water Council & OECD 2015)

### **2.3.1 Ilmastonmuutos**

Vesihuoltolaitosten tulee kyetä palvelemaan asiakkaitaan myös häiriö- ja poikkeustilanteissa (Vesihuoltolaki §15, 2001). Ilmastonmuutokseen liittyvät vahvasti erilaiset sään ääri-ilmiöt kuten kuivuus, rankkasateet ja myrskyt sekä kuumuus. Näistä seurauksena ovat esimerkiksi pohjavesivarantojen alueellinen väheneminen, tulvat ja sähkökatkot. Ilmastonmuutoksen myötä näiden poikkeustilanteiden yleistyminen edellyttää niihin liittyvän varautumisasteen parantamista. Ilmastonmuutoksen vaikutuksia vesihuollolle on selvitetty muutamissa aiemmissa selvityksissä, mutta niissä on vähäisessä määrin keskitytty investointitarpeiden tunnistamiseen (Meriläinen ym. 2019, Silfverberg 2017, Vienonen ym. 2012). Investointien arvioinnin näkökulmasta ilmastonmuutoksesta aiheutuvien tarpeiden kohdentaminen on todettu hankalaksi, sillä investointeja on tehtävä joka tapauksessa käyttöomaisuuden ikäänty-

essä ja kapasiteettitarpeiden kasvaessa. Siten on vaikeaa/mahdotonta eritellä, mitkä investoinnit tullaan tekemään nimenomaan ilmastonmuutokseen varautumisen näkökulmasta. Tarkempien numeeristen kustannusarvioiden muodostaminen edellyttää lisätietoa ilmastonmuutoksesta aiheutuvista vesihuoltolaitosten kohtaamien haasteiden mittavuudesta ja niiden yleisyydestä. (Meriläinen ym. 2019, OECD 2020)

Ilmastonmuutoksesta vesihuollolle aiheutuvat vaikutukset eivät ole yksinomaan vesihuollon vastuulla. Esimerkiksi hulevesien hallinta ei useimmiten ole pelkästään vesihuoltolaitosten vastuulla, vaan myös kunnalla on hallinnassa oma vastuunsa. Tyypillisesti hulevesien hallinnan vastuunjako on hulevesiä koskevan lainsäädännön päivittymisen myötä jakautunut siten, että verkostot ovat vesihuoltolaitoksen vastuulla ja muut hulevesien hallintaratkaisut, jotka edellyttävät kaavoituksellista suunnittelua, ovat kunnan vastuulla. Vastuunjaossa on kuitenkin paljon eroja kuntien välillä. Esimerkiksi osassa kuntia hulevesien hallinta on kokonaan kunnan vastuulla. Hulevesiviemäriverkosto mitoitetaan aina tietyllä todennäköisyydellä ilmenevälle sadetapahtumalle, ja tätä suurempien rankkasateiden kuivatus ei ole vesihuoltolaitoksen vastuulla.

Ilmastonmuutoksen ennustetaan kasvattavan sademääriä Suomessa 5–6 % vuoteen 2040 mennessä (Ilmasto-opas 2017). Vuosisadan loppuun mennessä sademäärän kasvu voi olla kesällä enimmillään 20 % ja talvisin jopa 40 %. Valunnan määrän odotetaan vastaavasti kasvavan enimmillään jopa 60 %. Sademäärien ja valunnan lisääntymisen on todettu olevan riski vesistöjen ja pohjaveden laadulle. (Meriläinen ym. 2019, Vienonen ym. 2012) Lisääntyvä valunta edistää bakteerien päätymistä raakavesilähteisiin, minkä lisäksi lämpimät talvet edistävät bakteerien säilymistä. Norjassa pintavesien *E. coli* bakteerien pitoisuuksien on ennakoitu kolminkertaistuvan keväisin ja syksyisin nykytilanteeseen nähden. Bakteerien ohella raakavesilähteisiin päättyy pintavalunnan mukana enenevässä määrin ravinteita, huumusta ja kiintoainesta. Ravinteista aiheutuva vesistöjen rehevöityminen heikentää etenkin pintavesilaitosten raakaveden laatua aiheuttaen myös leväkasvustoa. Varsinaisen vedenkäsitteilyn jälkeen on huomioitava veden turvallisen laadun säilyminen myös vedenjakeluverkostossa, sillä lämpötilojen kasvaessa mikrobien kasvu verkostoissa lisääntyy. (Meriläinen ym. 2019)

Pintavesien kulkeutumisen pohjavedenottamoihin on todettu olevan riski pohjaveden laadulle. Suomessa on tapahtunut useita vesiepidemioita, jotka ovat aiheutuneet talousveden riittämättömästä desinfioinnista ja pienet pohjavesilaitokset on todettu yleisimmäksi talousvesiepidemioiden syntypaikaksi (Zacheus ja Miettinen 2011, THL 2018). Vesilaitoksille suunnatun kyselyn perusteella on todettu, että jopa 30 % pohjavedenottamoista sijaitsee tulvavaara-alueella ja pintavettä on jo nykytilanteessa päätynyt pohjavedenottamoon rankkasateiden yhteydessä. Pintaveden kulkeutuminen pohjaveteen heikentää raakaveden mikrobiologista laatua nostaten etenkin koliformisten bakteerien pitoisuutta. Samanaikaisesti ilmastonmuutoksen myötä yleistyvät rankkasateet nostavat pohjavedenpintaa lyhentäen veden suotautumisaikaa ja heikentäen sen luonnollista puhdistumista. (Meriläinen ym. 2019, Vienonen ym. 2012) Leudot talvet myös vähentävät roudan määrää, mikä altistaa pohjavesivarannot saastumiselle aiemmasta poiketen myös talvella (Meriläinen ym. 2019). Rannikkoalueilla myös merivedenpinnan nousun on todettu olevan uhka pohjavesivarannoille meriveden imeytyessä pohjavedenottamoiden alueelle. (Vienonen ym. 2012)

Kuivuus on riski etenkin pohjavesilaitoksille, mikä tulee vaikuttamaan antoisuuden ohella pohjaveden laatuun. Kuivuus aiheuttaa paikallisia haasteita veden riittävyydelle etenkin

Etelä- ja Lounais-Suomessa. Kuivuuden vaikutukset painottuvat selkeästi pohjavettä raakavetenään käyttäviin vesihuoltolaitoksiin. Vuoden 2018 pitkittyneen kuivuusjakson aikana reilulla viidenneksellä pohjavesilaitoksista pohjaveden pinnankorkeudet laskivat merkittävästi tai poikkeuksellisesti. Kuivuusjakson perusteella noin ¾ vastaajista piti varautumistoinenpiteiden kehittämistä tarpeellisenä. (Vesilaitosyhdistys 2019a) Pidemmällä aikavälillä jopa yli 50 % vesihuoltolaitoksista on kohdannut haasteita veden riittävyyden kanssa (Vienonen ym. 2012). Vesihuoltolaitosten omat arviot ilmastonmuutoksen vaikutuksista veden saatavuuteen ovat kuitenkin jonkin verran muuttuneet aikojen saatossa. Vuonna 2012 kyselytutkimuksen perusteella 60 % vesihuoltolaitoksista arvioi ilmastonmuutoksen vaikuttavan merkittävästi vedenhankintaan vuoteen 2050 mennessä (Vienonen ym. 2012). Vuonna 2019 teetetyn kyselyn perusteella 39 % vastaajista koki ilmastonmuutoksen uhkaavan Suomen vesivarallisuutta, mutta vain 9 % arvioi sen uhkaavan oman laitoksen vesivarantoja. Jälkimmäiseen kyselyyn vastanneet laitokset ovat valtaosin pienimpiä pohjavesilaitoksia. (Meriläinen ym. 2019) Kuivuuden ei ennusteta aiheuttavan mittavia ongelmia vedenhankinnalle kansallisessa mittakaavassa. Kuivuuden takia varavesilähteet muodostuvat kuitenkin tärkeäksi varautumistoinenpiteeksi, mikä voidaan toteuttaa joko varavesiyhteyksinä naapurivesihuoltolaitoksiin tai vesihuoltolaitoksen oman varavesikapasiteetin kasvattamisella. Myös vuotovessimäärän vähentäminen verkostoja saneeraamalla vähentää hukkaveden määrää. (Vesilaitosyhdistys 2019a)

On todettu, että varautumis- ja riskienhallintasuunnitelma puuttuu edelleen isolta osalta vesihuoltolaitoksista. Varautumisen tason on todettu nykyisellään olevan melko lyhytjänteistä ja isolla osalla pienistä vesihuoltolaitoksista sää- ja ilmastoriskiperusteisia arvioita ei tehdä ollenkaan. (Meriläinen ym. 2019) Ruotsissa vastaavien vesihuollon kriisivalmiuden kehittämisen toimintojen ennustetaan lisäävän investointitarpeita. (Svenskt Vatten 2017)

Ilmastonmuutoksen odotetaan aiheuttavan lisäkustannuksia talousveden hankinnan ja käsittelyn, etenkin desinfiointivalmiuden parantamisen osalta. Pintavesien humuksen ja muun orgaanisen aineksen pitoisuuden kasvun odotetaan lisäävän talousveden käsittelytarvetta esimerkiksi nanosuodatuksella, otsonoinnilla tai UV-desinfioinnilla. Ruotsissa tämä aiheuttaa arviolta noin 119 miljoonan euron investointitarpeen vuoteen 2040 mennessä. (Svenskt Vatten 2017) Pohjaveden osalta toinen mahdollinen sopeutumiskeino on uusien vedenottokai-vojen rakentaminen. (Meriläinen ym. 2019)

Rankkasateet ovat jo tähän mennessä aiheuttaneet jätevedenpuhdistusprosessia hankaloittavaa virtaamien vaihtelua sekä lämpötilan laskua. Ne ovat lisänneet verkosto- ja puhdistamohitusten määrää. Lisääntyvät rankkasateet ja tulvat voivat saada aikaan maaperän vettymistä ja sortumista, mikä puolestaan luo riskin putkistojen rikkoutumisesta. Suuret vuotovessimäärät laskevat jäteveden lämpötilaa, mikä puolestaan heikentää jätevedenpuhdistuksen tehokkuutta inhiboimalla typenpoistoprosessia sekä heikentämällä selkeytysprosessia. (Vienonen ym. 2012) Ilmastonmuutoksen myötä rankkasateiden yleistyessä nämä vaikutukset tulevat voimistumaan, luoden haasteen lupa-arvojen saavuttamiselle ja prosessikapasiteettien riittävyydelle. Osalla vesihuoltolaitoksista puhdistamoille päätyvän huleveden määrää lisäävät oleellisesti sekaviemäröidyt alueet. Joillakin suurilla vesihuoltolaitoksilla sekaviemäreitä on edelleen useita kymmeniä kilometrejä. Usein sekaviemäröidyt alueet sijaitsevat kaupunkien ydinkeskustoissa, mikä tekee niiden eriyttämisestä haastavaa ja kallista. Myös kiinteistöjen tonttijohtojen on todettu vaikuttavan merkittävästi jätevedenpuhdistamoille päätyvän vuotoveden määrään. Ruotsissa merivedenpinnan nousun ennustetaan luovan investointitarpeita huomattavalla määrällä jätevedenpuhdistamoita siitä aiheutuvan tulvariskin vuoksi

(Svenskt Vatten 2017). Suomessa rannikkoalueiden tulvariskin arvioidaan kasvavan vesistötulvariskejä merkittävämmiin. Kaikkein merkittävimiksi tulvariskialueeksi arvioidaan Helsingin ja Espoon rannikkoalue. (Parjanne ym. 2018) Vesistötulvien osalta on Pirkanmaan ELY-keskuksessa arvioitu alueen tulvariskien vaikutuksia ihmisterveydelle, ympäristölle sekä infrastruktuurille ja tunnistettu vesihuollolle aiheutuvat tulvavahingot merkittävimiksi. (Suomen ympäristökeskus 2013)

Yllä esitettyjen jätevedenpuhdistukseen ja viemärointiin kohdistuvien haasteiden perusteella voidaan todeta ilmastonmuutoksen lisäävän painetta verkostosaneerausmäärien lisäämiselle sekä sekaviemäröinnin eriyttämiseksi verkostojen ja puhdistamoiden kapasiteettien riittävyyden edistämiseksi. Koottua tietoa sekaviemäreiden määrästä ei ole saatavilla, minkä vuoksi eriyttämisen vaikutusta investointitarpeeseen on hankalaa määrittää. Tässä selvityksessä uusien rakennettavien jätevesiviemäreiden yhteyteen on oletettu rakennettavaksi hulevesiviemäri, millä on pyritty arvioimaan eriyttämisestä aiheutuvaa investointitarvetta. Vuotovesien osalta suurin vaikuttavuus saavutettaisiin, jos myös tonttijohtojen kuntoa saataisiin parannettua kannustamalla kiinteistöjen omistajia osallistumaan aluesaneerauksiin. Tonttijohtojen kunnon vaikutus vuotovesimääriin on todettu merkittäväksi. Vuotovesien vähentämistavoite on jo pitkään näkynyt etenkin keskisuurilla ja pienillä jätevedenpuhdistamoilla suhteellisen korkeina jätevesiviemäreiden saneerausmäärinä, mutta saneerauksien vaikuttavuudesta ei ole tietoa (Maa- ja metsätalousministeriö 2008, Vesilaitosyhdistyksen Venla-tunnuslukujärjestelmä). Pitkällä aikavälillä verkostosaneerauksia voidaan pitää ilmastonmuutoksen sopeutumiskeinona.

### 2.3.2 Väestömäärän kehitys ja vedenkulutus

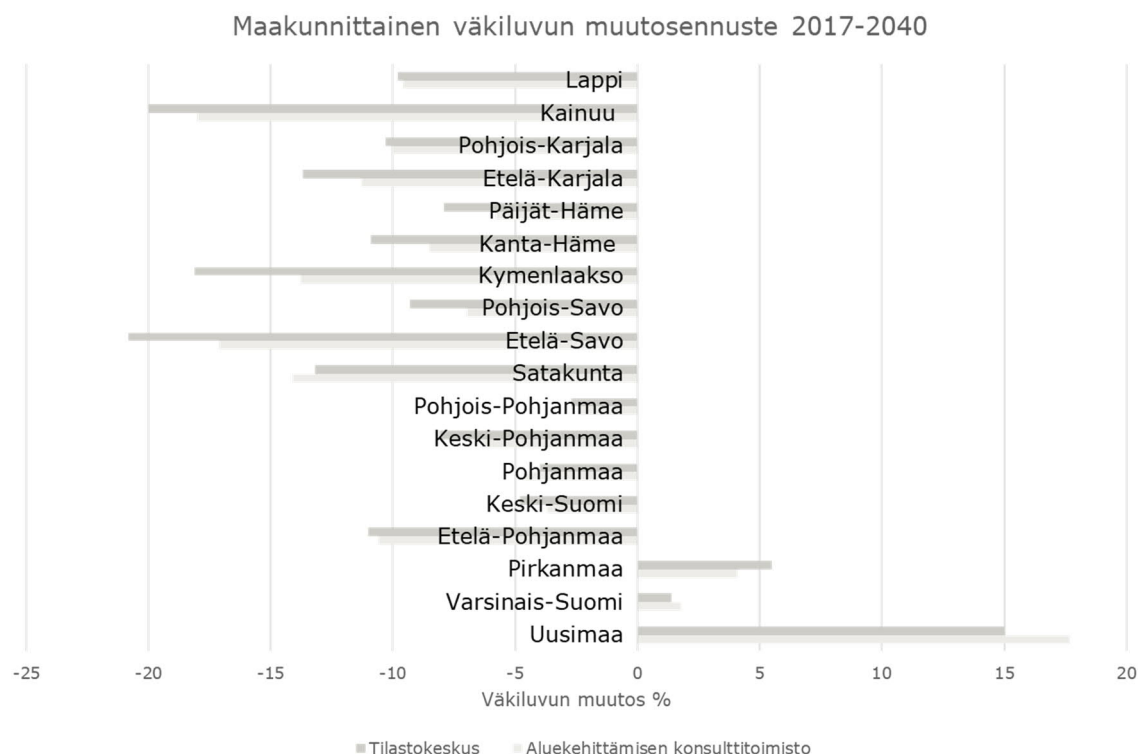
Väestömäärä vaikuttaa kasvaessaan suoraan vesihuollon kapasiteettitarpeisiin kasvattaen vedenkulutusta, mikä puolestaan lisää muodostuvan jäteveden ja lietteen määrää. Vedenkulutus on jo pitkään laskenut Suomessa ja viime vuosina kulutus on tasaantunut vakiotasolle (Suomen ympäristökeskus 2016). Vuonna 2018 veden keskimääräinen ominaiskulutus oli 212 l/as/vrk, sisältäen laskuttamattoman veden osuuden. (Suomen ympäristökeskus 2020) Veden ominaiskulutuksen kehittyminen tulevaisuudessa tulee riippumaan asukkaiden vedenkulutuksen lisäksi vesijohtoverkostojen saneerausvolyyymeistä, sillä tällä hetkellä keskimäärin 17 % ominaisvedenkulutuksesta aiheutuu vuotovesistä. Enimmillään vuotoveden osuus on jopa yli 50 %. (Vesilaitosyhdistys 2019c) Varsinaisen asukaslähtöisen vedenkulutuksen kehityksen osalta trendin oletetaan tulevaisuudessa olevan laskeva. Vuodesta 2013 lähtien huoneistokohtaiset vesimittarit ovat olleet pakollisia uudiskohteiden lisäksi kerros- ja rivitalojen saneerauskohteissa. Vuonna 2014 todettiin, että vain viidennes kerros- ja rivitaloasunnoista on varustettu huoneistokohtaisella mittarilla (Yle 2014). Tähän mennessä huoneistokohtaiset mittarit eivät tyypillisesti ole olleet laskutusperusteena, joten ne eivät ole todennäköisesti kannustaneet asukkaita vedenkulutuksen vähentämiseen. Valmisteilla oleva lakiluonnos koskien mm. käyttöveden mittaamista ja laskutusta oli lausuntokierroksella alkuvuodesta 2020. Tavoitteena on lain voimaan astuessa ottaa käyttöön kulutukseen perustuva laskutus kaikissa uusissa taloyhtiöissä. Lisäksi vanhojen taloyhtiöiden on määrä siirtyä laskutusperusteiseen laskutukseen, kun niihin on asennettu etäluettavat vesimittarit. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2020) Mittarilukemaan perustuvan laskutuksen on arvioitu vähentävän vedenkulutusta 15–20 %. (Yle 2014, Ornaghi & Tonin 2017) Viimeisimmän arvion mukaan mittariperusteinen laskutus vähentää vedenkulutusta keskimäärin jopa 21 % (Vesilaitosyhdistys 2020b). Kerros- ja rivitalojen määrä on suurin kaupunkimaisissa kunnissa, joten näillä



alueilla on suurin potentiaali vähentää vedenkulutusta. Huoneistokohtainen laskutus ja vesimittarit on todettu myös tehokkaimmaksi vesitehokkuutta parantavaksi keinoksi kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisen näkökulmasta. Laskutuksen ohella vedenkulutusta tulee tulevaisuudessa edelleen vähentämään vesikalusteiden uusiminen. Vesikalusteiden vaikutusta vedenkulutukseen on arvioitu vertaamalla remontoitujen ja remontoimattomien saman ikäisten talojen vedenkulutusta henkilöä kohden, minkä perusteella remontoituissa taloissa vedenkulutuksen on todettu olevan noin 7 % pienempi. (Vesilaitosyhdistys 2020b)

Viimeisimmän väestöennusteen mukaan Suomen väkiluku ei tule kasvamaan vuoteen 2040 mennessä. Väkiluku jatkaa kasvuaan nykyisestä vuoteen 2030 saakka, jonka jälkeen väkiluvun ennustetaan kääntyvän laskuun. Koko maan väkiluvuksi on vuonna 2040 ennustettu 5 525 528. (Tilastokeskus 2019a) Tämän jälkeenkin Suomen väkiluvun ennustetaan laskevan vuoden 2019 tasoon nähden kokonaisuudessaan 6 % vuoteen 2070 mennessä (Tilastokeskus 2019b). Väestönkasvun sijaan väestön näkökulmasta merkittäväksi tekijäksi muodostuukin väestön keskittyminen kolmen suurimman kaupunkiseudun (Helsinki, Turku ja Tampere) alueelle. Kuvassa 4 on esitetty Tilastokeskuksen ja Aluekehittämisen konsulttitoimiston esittämät arviot väkiluvun muutoksista maakunnittain. Väestön keskittyminen tulee entisestään hankaloittamaan pienten kuntien vesihuoltolaitosten taloudellista tilannetta niiden asiakasmäärien edelleen supistuessa. Väestön keskittymisen takia osa pienten muuttotappiokuntien alueista autioituu. Muuttotappiokunnissa on jo nyt tapahtunut merkittävä muutos 1990-lukuun nähden, sillä noin 1000 kylää on tänä aikana kadonnut maastamme muuttoliikkeen seurauksena. Autioitumisen tuomat haasteet kunnallistekniikan kustannusten kattamiseen on jo havaittu. (Helsingin Sanomat 2017) Vedenkäytön vähentyessä, ilman putkikokojen pienentämistä, veden viipymä verkostoissa kasvaa, mikä edistää mikrobien lisääntymistä verkostoissa (Miettinen 2018). Kasvualueilla sen sijaan laitosten kapasiteetin riittävyys ja vedenottokapasiteetin riittävyys muodostuvat merkittäviksi kysymyksiksi. (Vieonen ym. 2012) Pääkaupunkiseudun (Helsinki, Espoo ja Vantaa) kasvuennuste on 18 % vuoteen 2040 mennessä (Tilastokeskus 2019a).

Kasvavien kaupunkien omissa ennusteissa väkiluvun kasvu on Tilastokeskuksenkin ennustetta jyrkempää. Kaupunkien omat ennusteet ovatkin strategisia ennusteita, Tilastokeskuksen ennusteen perustuessa aiempaan kehityskulkuun. Esimerkiksi Tampereen kaupungin kasvuennuste vuoteen 2033 on noin 9 % Tilastokeskuksen ennustetta korkeampi (Tampereen kaupunki 2019). Helsingin kaupungin osalta erot ovat 3–5 % luokkaa riippuen Helsingin kaupungin kasvuskenaariosta. (Vuori & Kaasila 2018) Turun oma nopean kasvun ennuste vuoteen 2030 mennessä on Tilastokeskuksen ennustetta 5 % korkeampi. (Laakso 2012)



**Kuva 4.** Suomen väkiluvun muutosennuste aikavälillä 2017–2040.

Tarkasteltaessa väkiluvun kehitystä vesihuoltolaitosten näkökulmasta, voidaan todeta, että ennusteen mukaisissa kasvavissa maakunnissa vesihuoltolaitoksia on 36, joista vain kahdeksassa odotetaan yli 10 % väkiluvun kasvua aikavälillä 2020–2040. Kaikki nämä kahdeksan vesihuoltolaitosta sijaitsevat Helsingin, Turun ja Tampereen kaupunkiseuduilla. Muissa kasvavissa kunnissa väkiluvun kasvu on vähäisempää, keskimäärin 5 %. Vesiosuuskuntia ei ole tässä tarkastelussa huomioitu, sillä osuuskuntien liittyjämäärä ei välttämättä korreloi kunnan väkiluvun kehityksen kanssa. Väestön vähenemistä kokevilla alueilla tulevaisuudessa kysymykseen tulevat vesihuoltolaitosten lakkauttamiset ja yhdistämiset sekä vesihuollon toiminta-alueen supistaminen toiminnan muuttuessa kannattamattomaksi asiakaskunnan supistuessa.

Väkiluvun muutoksien arvioitiin vaikuttavan vedentuotannon kapasiteettitarpeisiin hyvin marginaalisesti, sillä merkittävää kasvua on käytännössä vain kolmen maakunnan alueella. Kasvavilla kunnilla on nykyisellään merkittäviä investointisuunnitelmia, joilla pystytään kattamaan väkiluvun kasvusta aiheutuva lisäkapasiteetin tarve.

### 2.3.3 Jäteveden typpipitoisuuden kasvu

Selvityksen yhteydessä arvioitiin myös jäteveden typpipitoisuuden kehittymistä. Tähän saakka jäteveden typpipitoisuus on ollut kasvussa proteiinipitoisen ravinnon osuuden lisääntyessä ihmisten ruokavalioissa. Viimeisten 20 vuoden aikana tulevan jäteveden typpipitoisuuden on havaittu kasvaneen jopa 50 % (HSY 2020). IPCC ja YK ovat vuonna 2019 julkaistussa raportissa nostaneet laajasti esiin ruokavalion vaikutukset ilmastomuutoksen etenemiseen (IPCC 2019). Kumpikin taho tunnistaa tarpeen lihansyönnin vähentämiselle il-

mastonmuutoksen kehittymisen hillitsemiseksi. Tulevaisuudessa onkin epäselvää miten ilmastoystävällisemmät ruokavalinnat tulevat mahdollisesti vaikuttamaan jäteveden typpipitoisuuteen sitä alentavasti, sillä esimerkiksi punaisen lihan typpipitoisuus on moninkertainen kasvikiöiden typpipitoisuuteen nähden. Pitkälle aikavälille ulottuvia ennusteita ruokavalioiden muuttumisesta ei ole saatavilla, joten lihan kulutuksessa tapahtuvia tulevaisuuden muutoksia on vaikea arvioida. Kasvisten ja lihan hinnan kehittymistä pidetään merkittävänä epävarmuustekijänä arvioitaessa lihan kulutuksen muutoksia tulevaisuudessa. Luonnonvarakeskuksen mukaan Suomalaiset syövät keskimäärin 81 kiloa lihaa vuosittain (Luonnonvarakeskus 2019). Viimeisimmän arvion mukaan lihankulutus kääntyy Suomessa laskuun kuluvan vuoden aikana (Piipponen ym. 2018). Useisiin elintarvikkeisiin myös lisätään proteiinia enenevässä määrin, mikä hankaloittaa yksilötasolla proteiinin saannin riittävyyden arvioimista ja johtaa siten helposti proteiinin liikasyöntiin. (HSY 2020)

Asiantuntija-arvioiden perusteella pääteltiin, että jäteveden typpipitoisuus ei tule olemaan jätevedenkäsittelyprosessien kapasiteettia määrittävä tekijä, vaan muut tekijät, ennen kaikkea jäteveden minimilämpötilat ja maksimivirtaamat muodostuvat typpipitoisuutta merkitävämmiksi epävarmuustekijöiksi arvioitaessa jätevedenpuhdistamoiden kapasiteettien riittävyyttä ja sitä kautta tulevia investointitarpeita.

## **2.4 Vesihuollon uudet vaatimukset**

Lainsäädännön asettamilla velvoitteilla on suuri vaikutus tulevaisuudessa tarvittaviin investointeihin. Esimerkiksi vesipuidedirektiivistä, sekä sitä tukevasta yhdyskuntajätevesidirektiivistä aiheutuvat investointikustannustarpeet ovat vielä tuntemattomat. Kuten edellä todettiin, lähitulevaisuudessa Euroopan Unionin alueella tullaan todennäköisesti velvoittamaan vesihuoltolaitokset tehostetusti poistamaan yhdyskuntajätevesistä lääkeaine- ja mikromuovijäämiä. Myös ravinnekuorman entistäkin tehokkaampi vähentäminen sekä lietteen hyötykäytön edellytyksien parantamisvelvoite tulevat mahdollisesti aiheuttamaan vesihuoltolaitoksilla investointitarpeita. Fosforin talteenottoa pidetään todennäköisenä uutena tekniikkana, joka ainakin jossain mittakaavassa tulee nykykäytön mukaan käyttöön myös Suomessa. Seuraavassa on esitetty näiden uusien ja tiukentuvien vaatimuksien edellyttämiä tekniikoita lyhyesti.

### **2.4.1 Haitta-aineiden poisto ja tehostettu ravinteiden poisto**

Haitta-aineiden poiston osalta tulevan tekniikan vaatimus riippuu siitä, kuinka laaja kirjo haitta-aineita jätevedestä tulee poistaa. Osa haitta-aineista poistuu jo nykyisin käytössä olevalla tekniikalla, mutta hankalasti puhdistusprosesseissa poistuvia aineita varten nykyisiä jätevedenpuhdistusprosesseja joudutaan täydentämään. Pitkän lieteiän mahdollistava MBR-prosessi tai aktiivilieteprosessin täydentäminen tertiäärisuodatuksella ovat riittäviä ratkaisuja 50 prosentin vähenemän saavuttamiseksi. Voimakas UV-säteilytys, lähtevän jäteveden nanosuodatus ja jäteveden jälkilammikointi takaavat 50 % vähenemän. Korkeampaan vähenemään (80 %) päästään tehokkaalla aktiivihiilisuoatuksella, maasuodatuksella ja hapetusmenetelmillä kuten otsonoinnilla. Mikäli vähenemävaatimus olisi 90 %, riittävä puhdistustaso voitaisiin saavuttaa käänteisosmoosilla, erittäin tehokkaalla hapetusmenetelmällä tai useamman 80 % vähenemän mahdollistavan prosessivaiheen yhdistelyllä. Mikromuovien

osalta nykytekniikalla saavutetaan jätevedestä jo yli 95 % vähenemä. Taulukossa 3 on esitetty haitta-aineiden tehostetun poiston vaihtoehtoisia prosessivaiheita ja niiden investointikustannuksia. (Vesilaitosyhdistys 2016)

**Taulukko 3.** Haitta-aineiden tehostetun poiston mahdollistavien prosessivaiheiden investointikustannukset (Vesilaitosyhdistys 2016).

Prosessivaihe	Investointikustannus (€/m <sup>3</sup> )
PAC – jauhemainen aktiivihili	0,12
GAC – rakeinen aktiivihili	0,15
Otsonointi	0,10
Otsonointi jälkisuodatuksella	0,16
Käänteisosmoosi	0,28
Tehostettu hapetusmenetelmä	0,28

Investointikustannusten lisäksi eri tekniikoiden käyttökustannukset vaihtelevat merkittävästi, mikä on investointien ohella merkittävässä roolissa, kun määritetään kustannusten noususta aiheutuvaa kuluttajilta perittävää jätevesimaksua. (Vesilaitosyhdistys 2016)

Typenpoiston tehostaminen edellyttäisi aktiivilieteprosessin lietepitoisuuden kasvattamista eli prosessialtaiden kapasiteetin kasvattamista ja vastaavasti selkeytystilavuuden lisäämistä. Perinteisen aktiivilieteprosessin laajentamisen vaihtoehtoina on kasvattaa lietepitoisuutta kantoaineprosessin (MBBR) tai kalvobioreaktoritekniikan (MBR) avulla. Muita yleisesti käytettyjä ratkaisuja ovat jälkidenitrifikaatioprosessit. Prosessin rejektivesille käytetty ratkaisu on Anammox-prosessi, joka soveltuu parhaiten suurempiin jätevedenpuhdistamoihin. Kehityksen alla on myös muita tekniikoita typenpoiston tehostamiseksi, mutta ne ovat toistaiseksi harvinaisia Suomessa ja myös muualla maailmassa. (Vesilaitosyhdistys 2016)

Fosforinpoiston tehostaminen alle 0,3 mg/l tasolle edellyttää tertiäärivaiheen lisäämistä prosessiin. Teknisiä ratkaisuja ovat hiekkasuodatus, flotaatio ja kiekkosuodatus. Mikäli tätäkin tehostetumpaa fosforinpoistoa edellytettäisiin, samat tekniikat olisivat riittäviä, mutta samaan aikaan kemiallista saostusta olisi tehostettava käyttämällä esimerkiksi polymeeriä saostuskemikaalien ohella. Mikäli edellytettäisiin vesistöpitoisuuden tasoa lähtevän jäteveden fosforipitoisuudelle, tulisi pääsääntöisesti toteuttaa kaksivaiheinen tertiäärikäsittely, jolla on päästy jopa tasolle 0,01 mg/l. (Vesilaitosyhdistys 2016)

## 2.4.2 Liete ja fosforin talteenotto

Kuiva-aineena mitattuna lietteen kokonaismäärä on Suomessa noin 143 000 tonnia vuodessa (Vesilaitosyhdistys 2019b). Tällä hetkellä lietetuotannon mädätteelle ja kompostoiduille lietetuotteille on vaikeaa löytää hyödyntämiskohteita. Termisten menetelmien avulla hyödyntämismahdollisuuksien on arvioitu olevan nykyistä paremmat, sillä ne mahdollistavat lietteen hyödyntämisen polttoaineena ja termisen käsittelyn jälkeisen lopputuotteen hyödyntämisen maataloudessa. Jatkokäsittelynä osa menetelmistä mahdollistaa tulevaisuudessa myös fosforin talteenoton. Osa polttotekniikoista saattaa fosforin hitaasti vapautuvaan muotoon, mikä heikentää lopputuotteiden lannoitearvoa ilman jatkojalostamista. Termisten menetel-

mien toteuttaminen pienessä mittakaavassa ei ole taloudellisesti järkevää, minkä vuoksi tekniikoiden soveltamista Suomessa on tarkasteltu suurempien yksiköiden perustamisen näkökulmasta. Taulukossa 4 on kootusti tietoa erilaisten lietteen termisten menetelmien potentiaaleista, tekniikan kypsytydestä ja tarvittavista investointikustannuksista. (Vesilaitosyhdistys 2019d)

**Taulukko 4.** Lietteiden termisiä menetelmiä ja niiden potentiaali, yleisyys ja investointikustannukset (Vesilaitosyhdistys 2019d mukaan).

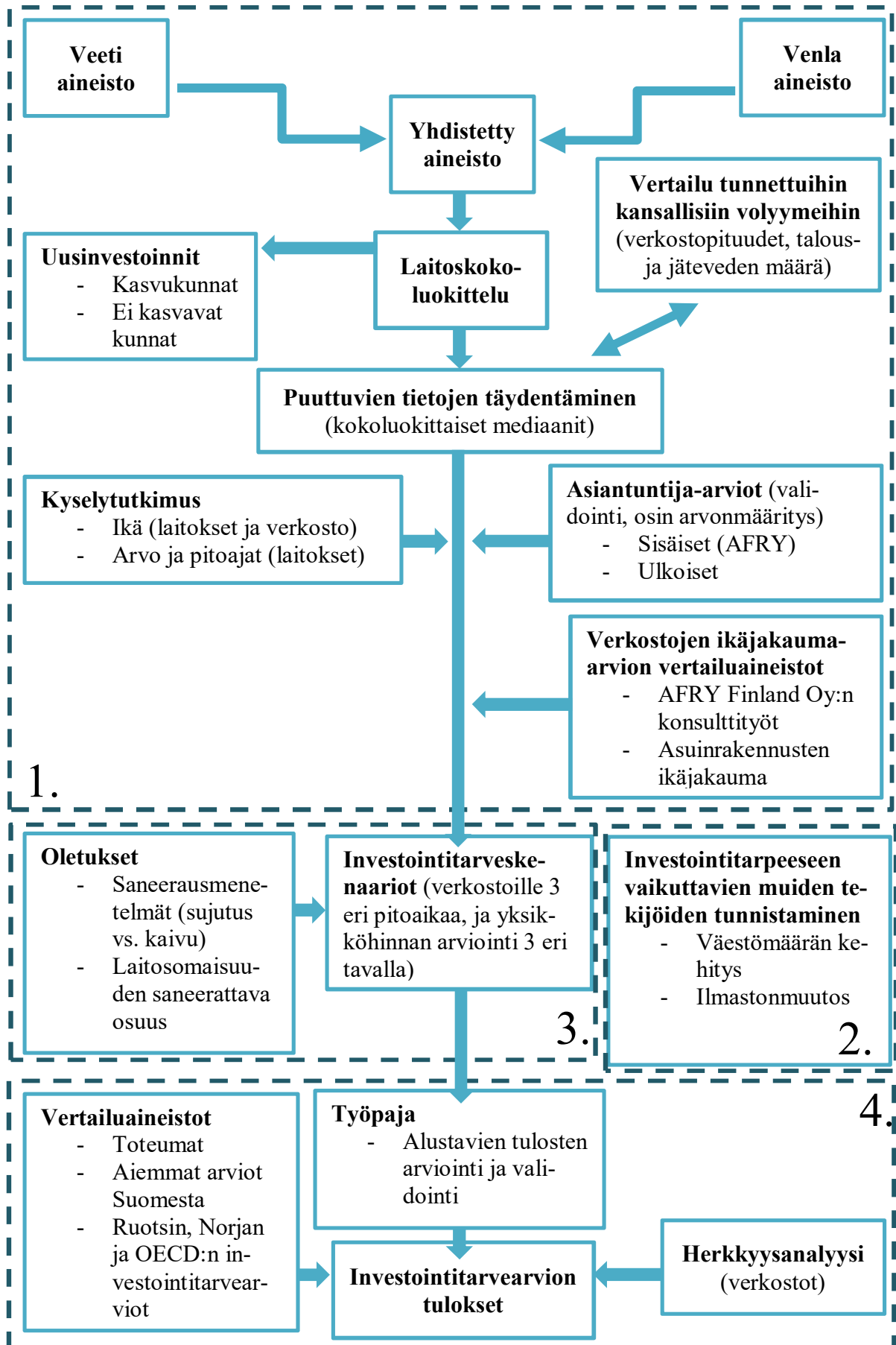
Tekniikka	Potentiaali	Tekniikan yleisyys	Investointikustannus
<b>Terminen kuivaus</b>	Maanparannusaineena markkinat rajalliset Suomessa. Tuote voidaan jatkokohyödyntää polttoaineena.	Länsi-Euroopassa laajasti käytössä, Suomessa kolme	Arvio 30 000 t/a kokonaisinvestointi 5–8 milj. € (220 €/t)
<b>Märkähiilto</b>	Todettu heikentävän fosforin käyttökelpoisuutta kasveille. Tehoton poistamaan osan haitta-aineista.	Muutamia maailmassa, Suomessa yksi	Arvio 10 000–20 000 t/a kokonaisinvestointi 3,5–10 milj. € (450 €/t)
<b>Torrefiointi</b>	Tekniikkaa on tutkittu vähän. Pyrolyysi tekniikkana lähellä ja paremmin tunnettua.	Maailmassa korkeintaan viisi täyden mittakaavan toteutusta.	Arvio 30 000 t/a kokonaisinvestointi 12–16 milj. € (470 €/t)
<b>Pyrolyysi</b>	Potentiaalinen tunnettu tekniikka. Lietteiden pyrolyysiä tutkitaan aktiivisesti. Hiilituotteen kysyntä markkinoilla tuntematon.	Täydessä mittakaavassa vähän käytetty tekniikka	Arvio 30 000 t/a kokonaisinvestointi 13–17 milj. € (500 €/t)
<b>Kaasutus</b>	Kustannuksiin nähden tekniikka ei kilpailukykyinen.	Lietteiden käsittelyssä melko uusi menetelmä, kolme täyden mittakaavan laitosta	Arvio 15 000 t/a kokonaisinvestointi 9–12,5 milj. € (720 €/t)
<b>Erillispoltto</b>	Fosforin talteenottotekniikat kehityksen alla. Saksan ja Sveitsin lainsäädäntö vaatii tuhkan fosforille kierrätysreitit 10–15 vuoden kuluessa.	Länsi-Euroopassa yleisesti käytössä. Suomessa yksi laitos.	Arvio 70 000 t/a laitos 25 milj. € Suomessa (360 €/t)

Suomessa jätevedenpuhdistus perustuu fosforinpoiston osalta lähes yksinomaan kemialliseen saostukseen. Tämä luo oman haasteensa fosforin talteenotolle, sillä kemiallinen saostus heikentää talteen otetun fosforin käyttökelpoisuutta. Se myös rajoittaa käyttökelpoisten fosforin talteenottotekniikoiden määrää. Kaikkein pienimmillä prosessimuutoksilla päästäisiin fosforin jälkisaostusta hyödyntävällä tekniikalla, jossa fosfori otetaan talteen sakasta. Muut tekniikat edellyttäisivät koko ravinteiden poistoprosessin muuttamista biologiseen fosforinpoistoon kemiallisen sijaan, mutta tekniikka soveltuu huonosti Suomen ilmasto-olosuhteisiin. Jäteveden fosforipitoisuudesta noin puolet on peräisin virtsasta, minkä vuoksi virtsan

erilliskeräys virtsan syntylähteellä olisi tehokkain tapa talteenottoon, mutta kaikki tämän toteuttamiseksi tarvittava infrastruktuuri puuttuu täysin. (Berninger ym. 2017) Jälkisaostuksella on arvioitu päästävän noin 60 % talteenottoon puhdistamolle tulevasta fosforikuormasta, jolloin lietteeseen sitoutuvan fosforin määrä huomattavasti vähenee. Fosforin jälkisaostuksen investointikustannuksiksi on arvioitu noin 14 miljoonaa euroa HSY:n Viikinmäen jätevedenpuhdistamolle, minkä vuotuinen puhdistuskapasiteetti on noin 98,6 miljoonaa m<sup>3</sup>. Todennäköistä on, että tekniikkaa aluksi pilotoitaisiin joitakin vuosia, minkä jälkeen suuremman mittakaavan toteutuksia voitaisiin arvioida. Jos siis huomioidaan lainsäädäntöön mahdollisesti tuleva vaatimus fosforin talteenotosta siirtymäaikoineen, voidaan todeta, että mahdollinen fosforin talteenottotekniikka tulisi investoitavaksi vasta tämän selvityksen suunnittelujakson loppupuolella. Tätä arviota tukee myös talteen otetun fosforin korkea hintataso verrattuna louhittuun fosforiin. Suomen olosuhteisiin parhaiten soveltuvat tekniikat ovat lisäksi vielä kehitysasteeltaan keskeneräisiä, sillä moni niistä on vielä pilotointiasteella tai niistä on enintään muutamia täyden mittakaavan toteutuksia maailmanlaajuisesti. (HSY 2015, Berninger ym. 2017)

### 3 Tutkimusaineisto ja tutkimusmenetelmät

Selvityksen tutkimusprosessi oli monivaiheinen ja se edellytti useiden eri tietolähteiden aineistojen yhdistelyä. Alla esitetyssä prosessikaaviossa on esitetty kootusti tutkimusprosessin päävaiheet ja pääasialliset aineistot sekä tietolähteet. Katkoviivoin erotetut vaiheet voidaan ryhmitellä seuraavasti: 1) nykytilannearvion muodostaminen, 2) investointitarpeeseen vaikuttavien tekijöiden tunnistaminen, 3) investointitarveskenaarioiden muodostaminen sekä 4) tulosten validointi, virhearviointi ja vertaaminen toteumiin.



### 3.1 Veeti-aineisto

Suomen Ympäristökeskuksen (SYKE) ylläpitämää, tammikuussa 2016 käyttöönotettua Veeti-tietojärjestelmää käytetään vesihuoltolaitosten perus- ja tunnuslukutietojen keräämiseen. Tietojen syöttäminen järjestelmään on ilmoitusvelvollisille, vesihuoltolain mukaisille vesihuoltolaitoksille lakisääteistä vesihuoltolain nojalla. Järjestelmään kerätään vuosittain tietoa muun muassa vesihuoltoverkosto-omaisuuden määrästä ja vuotuisista talous- ja jätevesitaseista sekä liittyjämääristä. Näiden ja muiden kerättyjen tietojen perusteella järjestelmä laskee tunnuslukuja, jotka kuvaavat vesihuoltolaitosten toiminnallista tilaa esimerkiksi vuotovesimäärien, putkirikkojen ja talousveden laadun näkökulmista.

Tässä selvityksessä höydynnettiin seuraavia Veeti-tietojärjestelmän tietoja aikaväliltä 2016–2018:

- Vesihuoltoverkostojen pituus
- Vedenottomäärät raakavesilähteittäin
- Pohjavedenottomaiden määrä
- Talous- ja jätevesitaseet
- Toteutuneet investointisummat
- Vesihuoltolaitosten toimiala (vesi- ja viemärilaitos/tukkuviemäri/-vesilaitos jne.)
- Vesihuoltolaitosten sijaintikunnat

Toteutuneet investoinnit on Veeti-tietojärjestelmässä jaoteltu seuraavasti eroteltuina saneeraus- ja uusinvestointeihin:

- Vesijohdot ja verkostovarusteet
- Jätevesiviemärit ja pumppaamot
- Hulevesiviemärit ja pumppaamot
- Jätevedenpuhdistamot
- Ottamot ja vedenkäsittelyrakenteet

Veeti-järjestelmään syötetyt tiedot todettiin selvityksen yhteydessä puutteellisiksi ja osin virheellisiksi. Veeti-tietoja tarkistettaessa havaittiin selviä virheitä ilmoitetuissa verkostopituuksissa ja pienen otannan perusteella näyttäisi siltä, että osa vesihuoltolaitoksista on laskenut tonttijohdot mukaan verkostopituuteen. Suuri osa Veeti-ilmoitusvelvollisista vesihuoltolaitoksista ei ole syöttänyt järjestelmään kaikkia tarvittavia tietoja ja osalta tiedot puuttuvat kokonaan. Järjestelmästä puuttuu eniten tietoja pienimpien vesihuoltolaitosten ja vesiosuuskuntien osalta. Tietojen syöttöaktiivisuuden voidaan kuitenkin todeta kasvaneen viimeisten kolmen vuoden kuluessa.

### 3.2 Venla-aineisto

Vesilaitosyhdistys on ylläpitänyt vuodesta 2006 jäsenlaitoksilleen vapaaehtoista Venla-tunnuslukujärjestelmää vesihuoltolaitosten kehittämiseen benchmarkingin avulla. Venlan tietosisältö on osin päällekkäinen Veeti-tietojärjestelmän kanssa, koska Veetin tietosisältö tunnuslukuineen on osittain muotoutunut Venla-järjestelmän mukaiseksi. Venla-tunnuslukujärjestelmä toimii alustana vesihuoltolaitosten toiminnan keskinäiselle vertaamiselle ja antaa tietoa vesihuolto-omaisuuden tilan kehittymisestä pidemmällä aikavälillä. Vuodesta 2019



alkaen päällekkäiset tiedot ovat siirtyneet Veeti-Venla rajapinnan kautta Veeti-järjestelmästä suoraan Venla-järjestelmään. Venla-tunnuslukujärjestelmä on tietosisällöltään Veeti-järjestelmää laajempi ja erilaisia tunnuslukuja on vesihuollon eri aihealueilta lukuisia, joista osa on käytettävissä pelkästään maksullisella tasolla. Tunnuslukudata kootaan vuosittain koostaporattiin, joka sisältää vesihuollon tila- ja tunnuslukuraportin.

Tässä selvityksessä hyödynnettiin seuraavia Venla-järjestelmän tietoja aikaväliltä 2016–2018:

- Vesihuoltoverkostojen pituus (myös hulevesiviemärit)
- Käsitelty jätevesimäärä
- Vesijohtoverkoston pumpattu vesimäärä (oma tuotanto)
- Saneeratun vesi-, jätevesi- ja hulevesiviemäriverkoston pituus

Myöskään Venla-järjestelmään tietoja ei ole saatu kaikilta Vesilaitosyhdistyksen jäsenlaitoksilta. Vuoden 2018 osalta tietoja on enemmän kuin aiemmilta vuosilta, koska ne ovat siirtyneet Veeti-järjestelmästä suoraan Venla-järjestelmään. Tässä selvityksessä selvästi virheelliset arvot jätettiin analyysissä huomiotta ja tällöin muodostuva puuttuva tieto täydennettiin aineiston täydennysvaiheessa. Osa tiedoista oli syötetty selvästi väärässä yksikössä, jolloin yksikkö muunnettiin oikeaksi.

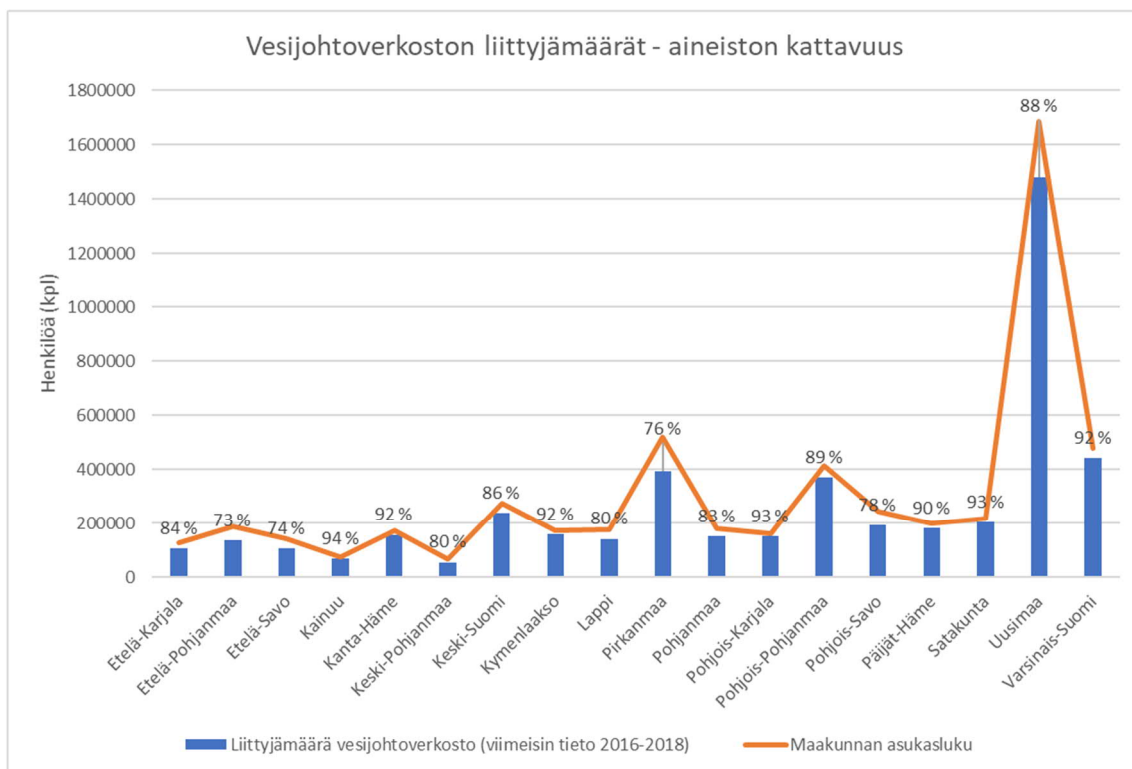
### **3.3 Veeti- ja Venla-aineistojen ristiin tarkistus**

Johtuen tietojärjestelmien osittaisesta päällekkäisyydestä, tuli järjestelmien tiedot yhdistää, jotta voitiin tunnistaa ja täydentää puuttuvat tiedot. Ensisijaisesti, mikäli vuoden 2018 tieto puuttui verkostopituuksien, tuotetun vesimäärän tai käsitellyn jätevesimäärän osalta, hyödynnettiin viimeisintä saatavilla olevaa tietoa aikaväliltä 2016–2018. Investointi- ja saneerausmäärien osalta käytettiin aina näiden kolmen vuoden keskiarvoa niiltä osin kuin tietoa oli saatavissa, sillä eri vuosina verkostoja on todennäköisesti saneerattu erityyppisillä alueilla ja saneeratut putket ovat myös olleet kooltaan erilaisia. Kansallisen mittakaavan selvityksessä saatiin tällöin saneeraus kustannuksista kattavampi kuva, sillä kolmen vuoden ajalle ulotetussa tarkastelussa erot tasoittuvat ja eri alueet ja putkikoot tulevat paremmin edustetuiksi laskelmiin. Tietojen yhdistämisen jälkeen, ennen tietojen täydentämistä arvioitiin myös aineiston edustavuutta.

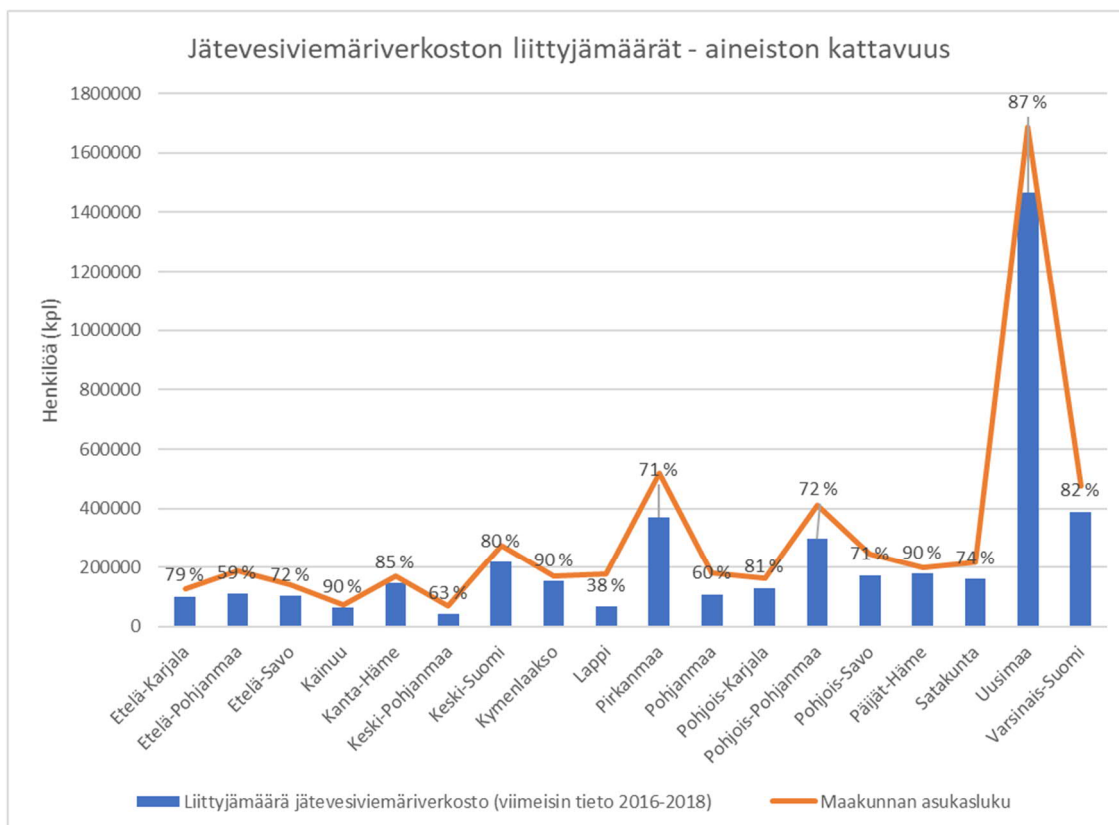
Veeti- ja Venla-aineistojen edustavuuden arvioimiseksi aineiston perusteella muodostuvia maakunnittaisia vesijohto- ja jätevesiviemäriverkostoihin liittyneiden asukkaiden osuuksia verrattiin maakunnan asukkaiden kokonaismäärään. ELY-keskuksittain on tiedossa arviot keskitettyyn vesihuoltoon liittyneiden asukkaiden prosentuaalisista osuuksista (Suomen ympäristökeskus 2019b), jolloin verrattaessa maakunnan asukaslukua Veeti- ja Venla-aineistojen mukaiseen liittyneiden osuuteen, voidaan havaita alueelliset erot tietojen kattavuudessa.

Vesijohtoverkoston osalta aineiston kattavuus on osassa maakuntia parempi, mutta keskimäärin aineisto on yhtä kattavaa sekä vesijohto- että jätevesiviemäriverkoston osalta. Kuvien 5 ja 6 perusteella voidaan havaita, että yhdistämällä aineistojen tietoja kolmen vuoden ajalta saadaan kansallisesti kattava otanta. Jätevesiviemäriverkoston osalta osassa harvaan asutuista maakunnista aineiston kattavuus on hieman keskimääräistä heikompi. Harvaan asutuissa maakunnissa pieniä vesihuoltolaitoksia ja vesiosuuskuntia on eniten, ja näille vesihuoltolaitoksille tietojen puuttuminen on tyypillisintä. Kuvissa esitetyt prosenttiluvut ku-

vaavat Veeti- ja Venla-aineistojen perusteella keskitettyyn vesihuoltoon liittyneiden asukkaiden osuuksia maakunnan koko asukasmäärästä. Koko aineiston perusteella 86 % suomalaisista on liittynyt vesijohtoverkoston ja 78 % on keskitetyn jätevesiviemäröinnin piirissä. Viimeisimmissä ROTI-raportissa on arvioitu vesijohtoverkoston liittyneiden asukkaiden osuuden olevan yli 90 % ja jätevesiviemäriverkoston liittyneiden osuuden olevan noin 85 % (RIL 2019). Liittymämäärätietoihin liittyy kuitenkin merkittävää epävarmuutta, sillä nämä ovat arvioita, jotka vesihuoltolaitosten henkilöstö on määritellyt osin eri tavoin.



**Kuva 5.** Veeti- ja Venla-aineiston kattavuus vesijohtoverkoston liittymämääriin perustuen.



**Kuva 6.** Veeti- ja Venla-aineiston kattavuus jätevesiviemäriverkoston liittyjämääriin perustuen.

Veeti ja Venla-aineistojen kattavuutta verrattiin myös kansallisen mittakaavan arvioihin verkosto-omaisuuden määrästä. Vesijohtoverkostoa on viimeisimmän arvion mukaan Suomessa n. 107 000 km ja vastaavasti jätevesiviemäriverkostoa on n. 50 000 km (Maa- ja metsätalousministeriö 2015). Yhdistämällä Veeti- ja Venla-aineisto viimeisten kolmen raportointivuoden ajalta (2016–2018), aineiston perusteella pystyttiin kohdentamaan kokonaisuuksissaan noin 86 500 km vesijohtoverkostoa ja lähes 46 700 kilometriä jätevesiviemäriverkostoa. Yksittäisten vuosien osalta ja ilman kahden järjestelmän tietojen yhdistelemistä tietojen kattavuus on paikoin huomattavasti tässä esitettyä heikompi. Ero aiemmin esitettyihin arvioihin Suomen vesihuoltoverkostojen kokonaispituuksista johtuu kootun aineiston puutteellisuudesta, mikä nousee esiin verrattaessa vesihuollon toimijoiden kokonaismäärää ja niiden laitosten määrää, joilta kyseiset tiedot on saatu, kokonaismäärän ollessa oleellisesti suurempi. Viimeisin koottu kansallinen tilasto vesihuoltoverkostojen kokonaismäärästä on vuodelta 2002 (Lapinlampi & Raassina 2002), jossa on niin ikään oletettavasti jouduttu täydentämään tietoja niiltä osin kuin tietoja ei ole saatu vesihuoltolaitoksilta. Tilaston julkaisun jälkeen verkostomääriä on oletettavasti arvioitu ekstrapoloiden myöhemmissä vesihuoltoalan julkaisuissa. Edellä esitettyjen tutkimusaineistossa havaittujen puutteitten takia seuraavassa luvussa (3.3.1) esitetään, millä perusteella tietoja täydennettiin merkittävälle osalle vesihuollon toimijoista.

### 3.3.1 Aineiston täydentäminen

Aineistojen perusteella ei saatu tietoja koko vesihuollon käyttöomaisuudesta, minkä vuoksi selvityksessä tietoa hankittiin usealla tavalla, joita on kuvattu tämän luvun lisäksi myöhemmin luvuissa 3.4–3.7. Tutkimusaineistoa täydennettiin, jotta vesihuoltolaitosten arvonmääritykset pystyttiin arvioimaan todellisessa mittakaavassaan. Tietojen täydentämisessä hyödynnettiin vesihuoltolaitosten toimialatietoa ja tietoa Suomen kokonaisverkostopituuksista sekä talous- ja jätevesivolyymeistä. Toimialatiedon perusteella voitiin tunnistaa vesihuoltolaitokset, jotka vastaavat esimerkiksi pelkästään vedentuotannosta, mutta eivät lainkaan jäteveden puhdistamisesta. Osa vesihuoltolaitoksista puolestaan vastaa pelkästään vedenjake- lusta ja viemäröinnistä tukkuvesi- tai tukkuviemärilaitosten vastatessa vedentuotannosta ja/tai jätevedenkäsittelystä. Tukkuvesi- ja tukkuviemärilaitosten asiakassuhteet selvitettiin näiden laitosten verkkosivuilta niiltä osin kuin tieto oli saatavissa, jotta jätevedenkäsittelyä tai vedentuotantoa ei täydennettäisi virheellisesti tukkulaitosten asiakaslaitoksille. Talous- veden osalta tarkastelua pystyttiin tarkentamaan Veeti-tietojärjestelmästä löytyvän pohjave- denottamoiden lukumäärätiedon perusteella, jolloin käsitelty/verkostoon pumpattu vesi- määrä täydennettiin vain niille vesiosuuskunnille, joilla on Veeti-järjestelmän mukaan aina- kin yksi pohjavedenotto.

Puuttuvat tiedot täydennettiin käyttäen vesihuoltolaitoksen kokoluokan mukaista mediaa- niarvoa niin verkostopituuksien kuin vesi- ja jätevesivolyymienkin osalta. Käyttämällä me- diaaniarvoa keskiarvon sijaan vähennettiin suurimpien arvojen vaikutusta ja siten vältettiin täydennettävien tietojen yliarviointia. Samasta syystä luokan 4 osalta verkostopituudet täy- dennettiin poikkeuksellisesti mediaanin puolikkailla, koska ison osan osuuskunnista tiedet- tiin olevan selvästi tiedon antaneita osuuskuntia pienempiä. Tietoja täydennettäessä aikai- sempia arvioita vesihuoltoverkoston kokonaispituuksista sekä vesi- ja jätevesivolyymeistä käytettiin vertailukohtana, koska tämän selvityksen aineistolla ja menetelmillä ei ollut mah- dollista tarkentaa aiempia arvioita tai arvioida niiden paikkansapitävyyttä. Kun tietoja täy- dennettiin, ylittyivät aiemmin määritetyt kansalliset kokonaismäärät. Näin voitiin tehdä, koska oletettiin verkostopituuksien edelleen kasvaneen sen jälkeen, kun tämä tieto on en- simmäistä kertaa esitetty. Tässä selvityksessä on myös mukana vesihuollon toimijoita, jotka eivät ole vesihuoltolain tarkoittamia vesihuoltolaitoksia. Näiden osuuskuntien arvioitu osuus osaltaan lisää etenkin vesijohtoverkoston kokonaispituutta ja talousvesivolyymia.

Hulevesiviemäriverkostopituustietoja ei täydennetty, sillä tieto hulevesiviemäriverkoston omistajatahosta ei ollut saatavilla, vaan oletettiin, että Venla-järjestelmästä löytyvät huleve- siviemäriverkostopituudet kattavat vesihuoltolaitosten omistuksessa olevan hulevesiviemä- riverkosto-omaisuuden. Näitä tietoja päivitettiin niiltä osin kuin konsultin toimesta tiedettiin viimeaikaisista muutoksista hulevesiviemäriverkoston omistuksen siirtymisestä vesihuol- tolaitokselta kunnan vastuulle.

Taulukossa 5 on esitetty vesihuoltolaitosten käyttöomaisuusluokkien osalta Veeti- ja Venla- aineistojen kattavuus ja vastaavasti täydennettyjen tietojen osuus.

**Taulukko 5.** Veeti- ja Venla-aineistojen täydentäminen kategorioittain.

Vesihuoltolaitoksen omaisuus tai toiminta	Tiedon tunnuslukujärjestelmiin syöttäneiden vesihuoltolaitosten määrä	Täydennettyjen tietojen määrä
Vesijohtoverkostot	513	1189
Jätevesiviemäriverkostot	361	470
Hulevesiviemäriverkostot	75	
Jätevettä käsittelevät vesihuoltolaitokset	233	33
Talousvettä tuottavat vesihuoltolaitokset	346	608

### 3.4 Kyselytutkimus

Vesihuoltolaitosten käyttöomaisuuden määrän, iän ja rahallisen arvon kartoittamiseksi hankkeessa toteutettiin vesihuoltolaitoksille suunnattu kysely. Kyselytutkimus toteutettiin vuosien 2019 ja 2020 vaihteessa ja se lähetettiin 270:lle Vesilaitosyhdistyksen jäsenlaitoksille. Kyselyvastauksia saatiin 29 kappaletta. Vastausprosentti oli siten 10,7 %. Kysely kohdennettiin Vesilaitosyhdistyksen osoittamille yhteyshenkilöille, jotka pääsääntöisesti toimivat vesihuoltolaitosten johtajina, laitos- tai verkostopäälliköinä. Kysely lähetettiin Vesilaitosyhdistyksen jäsenlaitoksille, koska näiltä laitoksilta yhteyshenkilöiden tiedot olivat helpoimmin saatavissa. Jäsenlaitokset kattavat ison osan Suomen suurista ja keskisuurista vesihuoltolaitoksista. Kyselyn vastaamisprosentin kasvattamiseksi kysymyksien määrää rajoitettiin ja kysely rakennettiin siten, että eri toimialojen vesihuoltolaitokset pystyvät helposti löytämään omaa vesihuoltolaitostaan koskevat kysymykset. Kysely koostui taulukon 6 mukaisista osioista. Kyselyssä vältettiin monitulkintaisten termien käyttöä, jotta kaikki kyselyyn vastaajat ymmärtäisivät kysymyksen samalla tavalla. Kyselyn rakenne toistettiin mahdollisimman samanlaisena sen eri osioissa. Tiedon luotettavuuden lisäämiseksi minimoitiin kysymykset, jotka selvästi edellyttävät vastaajilta subjektiivista arvioimista.

Verkostojen osalta ikäjakaumatiedot pyydettiin kymmenen vuoden tarkkuudella. Sen verkosto-omaisuuden osuus, jonka ikä ei ole tiedossa pyydettiin kyselyssä erikseen (osuudet nähtävissä kappaleessa 4.1.6 kuvissa 12–14). Toteutuneita saneerausvolyymejä pyydettiin niin ikään kymmenen vuoden tarkkuudella, jotta saatiin tieto tietyn ikäisiin verkostoihin kohdistuneista saneerauksista. Hulevesiviemäreistä pyydettiin tietoja vain niiltä osin kuin ne kuuluvat vesihuoltolaitoksen vastuulle.

**Taulukko 6.** Kyselytutkimuksen rakenne ja sisältö.

Kyselyn osa	Sisältö
Vedenjakeluverkostot	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verkoston ikäjakauma</li> <li>- Toteutuneen saneerausvolyymin kohdentuminen verkoston iän mukaan</li> <li>- Saneerausvelan määrä</li> <li>- Arvio tarvittavasta vuotuisesta saneerausvolyyministä seuraavan viiden vuoden aikana</li> <li>- Paineenkorotusaseman/pumppaamon pitoaika (pumput ja pumppaamorakennus erikseen)</li> </ul>
Jätevesiviemäriverkostot	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verkoston ikäjakauma</li> <li>- Toteutuneen saneerausvolyymin kohdentuminen verkoston iän mukaan</li> <li>- Saneerausvelan määrä</li> <li>- Arvio tarvittavasta vuotuisesta saneerausvolyyministä seuraavan viiden vuoden aikana</li> <li>- Pumppaamon pitoaika (pumput ja pumppaamorakennus erikseen)</li> <li>- Jätevedenpumppaamoiden lukumäärä</li> </ul>
Hulevesiviemäriverkostot	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verkoston ikäjakauma</li> <li>- Toteutuneen saneerausvolyymin kohdentuminen verkoston iän mukaan</li> </ul>
Jätevedenpuhdistamot	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Käyttöomaisuusluokkien pitoaika</li> <li>- Jätevedenpuhdistamoiden lukumäärä</li> <li>- Käyttöomaisuusluokkien keskimääräinen käyttöönottovuosi</li> <li>- Käyttöomaisuusluokkien jälleenhankinta-arvo</li> <li>- Arvio saneeraustarpeesta kolmen ajanjakson aikana (merkittävä-vähäinen)</li> </ul>
Pintavedenkäsittelylaitokset	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Käyttöomaisuusluokkien pitoaika</li> <li>- Pintavedenkäsittelylaitosten lukumäärä</li> <li>- Käyttöomaisuusluokkien keskimääräinen käyttöönottovuosi</li> <li>- Käyttöomaisuusluokkien jälleenhankinta-arvo</li> <li>- Arvio saneeraustarpeesta kolmen ajanjakson aikana (merkittävä-vähäinen)</li> </ul>
Pohjavedenottamot ja -käsittelylaitokset	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pohjavedenottamoiden lukumäärä</li> <li>- Pohjavedenottamon jälleenhankinta-arvo</li> <li>- Pohjavedenpumppaamon pitoaika</li> </ul>

Vesihuoltolaitoksilta pyydettiin arvioita laitosomaisuuden investointitarpeiden kehittymisestä selvityksen mukaisella aikajänteellä. Investointien ajoittumista haarukoitiin jakamalla ajanjakso kolmeen osaan ja osoittamalla näille ajanjaksoille merkittävää, keskimääräistä ja vähäistä investointitasoa kuvaavat investointimäärät ja sanallinen esimerkki saneerauksen laajuudesta. Näiden joukosta kyselyyn vastaavien laitosten oli määrä valita yksi, heidän ar-

vionsa mukaan investointitarvetta kyseisellä ajanjaksolla parhaiten kuvaava taso. Näillä kysymyksillä kartoitettiin käsitystä merkittävimpien investointien ajoittumisesta selvityksen aikajänteelle.

Taulukossa 7 on esitetty kyselyotannan kattavuus eri käyttöomaisuusluokkien osalta verrattuna kansalliseen mittakaavaan. Kysely pyrittiin vastausprosentin kasvattamiseksi pitämään mahdollisimman lyhyenä, minkä vuoksi mm. verkostojen pitoaikoja ja arvoja ei kysytty. Selvitystä tehtäessä käytettävissä oli tuoreen Vesilaitosyhdistyksen teettämän muoviputkien pitoaikoja kartoittaneen kyselyn tulokset, joiden myötä voitiin todeta, ettei yhtenevää käytäntöä taloudellisten pitoaikojen suhteen ole, vaan käytäntö vaihtelee laitoksesta riippuen 40–80 vuoden välillä. Tekninen käyttöikävaatimus sen sijaan oli yleisesti noin 50 vuotta. Verkostojen arvon osalta oli saatavissa aineistoa Veeti ja Venla-järjestelmissä.

**Taulukko 7.** Kyselytulosten kattavuus käyttöomaisuusluokittain.

Kyselyvastausten lukumäärä				
Käyttöomaisuus	Ikäjakama	Pitoaika	Arvo	Otannan kattavuus ikäjakamatiedon perusteella
Vesijohtoverkosto	28	-	-	17 % koko maan vesijohtoverkostopituudesta
Jätevesiviemäriverkosto	25	-	-	25 % koko maan jätevesiviemäriverkostopituudesta
Hulevesiviemäriverkosto	15	-	-	58 % vesihuoltolaitosten koko hulevesiviemäriverkostopituudesta
Jätevedenpuhdistamo	20	20	16	42 % käsitellyn jäteveden kokonaismäärästä
Pintavedenkäsittelylaitos	8	10	8	81 % talousveden valmistukseen käytetyn pintaveden määrästä
Pohjavedenotamo	-	19	19	6 % pohjavedenottamoiden määrästä

### 3.5 Työpaja

Hankkeen yhteydessä järjestettiin työpaja, johon kutsuttiin vesihuoltolaitosten ja vesihuollon sidosryhmien edustajia. Työpajan tarkoituksena oli saada osallistujilta kommentteja ja näkemyksiä laadittuihin laskelmaluonnoksiin ja saada lisätietoa erityisesti vesihuollon laitosomaisuuden investointitarpeista ja uusien vaatimusten edellyttämistä investointitarpeista. Työpajamateriaalit lähetettiin kaikille työpajaan kutsutuille etukäteen. Ennakkomateriaaleissa ei esitetty minkään yksittäisen vesihuoltolaitoksen tietoja tai näiden tietojen pohjalta laadittuja laskelmia, vaan laskelmista esitettiin laitoskokoluokittainen arvojen vaihtelu maksimi-, keski- ja minimiarvojen välillä. Työpajassa kaikki selvitykseen sisällytetyt vesihuoltolaitokset esitettiin listattuina luokittain. Listoissa oli vesihuoltolaitoksen nimen, kunnan asukasluvun ja ELY-keskuksen lisäksi vesijohto- ja jätevesiviemäriverkoston pituudet sekä vesihuoltolaitoksen tuottama vesimäärä ja käsittelemä jätevesimäärä. Luokan 4 (ks. kappale 3.7.1) vesihuoltolaitosten osalta esitettiin myös tieto siitä, onko vesihuoltolaitoksen toiminta-alue määritetty. Listojen taulukkosolut oli värjätty niiltä osin kuin kyseessä oli oletuksiin pohjautuva, täydennetty tieto.

Varsinaisten materiaalien lisäksi kutsutuille lähetettiin kooste siitä, mitä oletuksia tietojen täydentämisessä ja skenaarioiden laatimisessa on sovellettu. Ennako-ohjeistuksessa kerrottiin myös työpajassa keskusteltaviksi asioiksi suunnitellut aihealueet, jotta työpajaan osallistujat voisivat valmistautua työpajaan ennalta. Osallistujia pyydettiin myös pohtimaan ennen työpajaa vesihuollon uusinestointitarpeita erinäisten, tässä selvityksessä käsiteltyjen muutostekijöiden osalta kuvan 7 mukaisesti.

Muutostekijä	Seuraus vesihuollolle	HSY	Luokka 1	Luokka 2	Luokka 3	Luokka 4
Ilmastonmuutos						
Kuivuus						
Kaupunkitulvat						
Meritulvat						
Mikropollutanttien poisto						
Lisävarautuminen poikkeus- ja häiriötilanteisiin						
Olemassa olevien jäteveden käsittelyvaatimusten tiukentuminen						
Lietteen loppusijoituksen haasteet						
Jäteveden ravinnesisällön tehokkaampi käyttäminen						
Digitalisaatio						
Etäluettavat mittarit						
Verkostotietojen digitointi						

**Kuva 7.** Työpajaan kutsutuille lähetetty vesihuollon muutostekijöiden investointivaikutuksia kartoittava taulukko.

Työpaja jakautui kahteen pääosaan, joista ensimmäisessä käytiin yhteisesti läpi laskelmaluonnoksia ja pyydettiin vesihuoltolaitosten edustajien näkemyksiä laskentatulosten kannalta merkittävimpiin tekijöihin, kuten verkostojen yksikkökustannuksiin ja pitoaikoihin. Laitosomaisuuden investointitarpeiden osalta tarkastettiin laskelmissa käytettyjä, kyselytuloksiin perustuvia kuutiomääräperusteisia tunnuslukuja ja käytiin läpi vesihuoltolaitosten tulevia merkittävimpiä investointeja. Työpajan toisessa osiossa keskityttiin vesihuoltoon vaikuttavien muutostekijöiden ja uusien vaatimusten kustannusvaikutuksiin ja arvioitiin näiden kustannusvaikutuksien kohdentumista eri laitoskokoluokkiin.

Kaikki työpajaan osallistuneet vesihuoltolaitokset kuuluvat selvityksen mukaiseen laitoskokoluokkaan 1 (ks. luokittelu kappaleesta 3.7.1), minkä vuoksi työpajakeskustelu painottui suurimpiin vesihuoltolaitoksiin. Toisaalta näiden vesihuoltolaitosten suhteellinen osuus



etenkin pinta- ja tekopohjavedenkäsittelylaitosten ja jätevedenpuhdistamoiden osalta on merkittävä.

### 3.6 AFRY Finland Oy:n konsulttityöt

Konsultin toimesta on toteutettu aiempia vesihuoltolaitoskohtaisia saneeraustarvearvioita ja muita selvityksiä, joiden yhteydessä on saatu vesihuoltolaitosten vesihuoltoverkostojen ikäjakaumatiedot. Lähtötietojen pohjalta niille on määritetty eri pitoaikaoletuksilla tarvittava saneerausvolyyymi. Tässä työssä käsitelty saneeraustarvearviot kattoivat 15 vesihuoltolaitosta tämän selvityksen mukaisissa laitoskokoluokissa 1–3. Kokoluokan 1 laitoksia oli 6, luokan 2 laitoksia 4 ja luokan 3 laitoksia 5 kappaletta (laitoskokoluokittelu esitetty kappaleessa 3.7.1). Kaikki nämä selvitykset ulottuvat viimeisen kuuden vuoden aikajänteelle. Näitä selvityksiä hyödynnettiin selvityksessä kyselytulosten ohessa verkostojen ikäjakaumatietojen täydentämiseen. Tätä ennen aineistoa käytettiin myös kyselytuloksiin perustuvien verkostojen ikäjakaumalaskelmien validointiin.

### 3.7 Tutkimusaineistojen yhteensovitus ja analysointi

#### 3.7.1 Vesihuoltolaitosten ryhmittely

Tässä selvityksessä vesihuoltolaitokset jaettiin kokoluokkiin laskutetun talous- tai jäteveden määrän perusteella. Jäteveden määrää on käytetty luokittelun perusteena niillä vesihuoltolaitoksilla, jotka vastaavat pelkästään jäteveden käsittelystä tai johtamisesta. Tämä on tapa, jolla Vesilaitosyhdistys ryhmittelee jäsenlaitoksensa kolmeen suuruusluokkaan. Tässä selvityksessä luokittelua on täydennetty luokalla 4, jossa ovat kaikki vesiosuuskunnat, elleivät ne tiedossa olevan vesi- tai jätevesimäärän mukaan kuulu eri luokkaan. Aineistojen perusteella ei saatu tietoa valtaosalta vesiosuuskuntia niiden tuottamista tai jakelemista vesimäärästä, jolloin ne oletettiin kooltaan pieniksi. Luokkien kriteerit esitetty taulukossa 8.

**Taulukko 8.** Vesihuoltolaitosten ryhmittelyn periaatteet.

Laitoskokoluokka	Luokan kriteeri	Vesihuoltolaitosten lkm	Arvioitu osuus talousvedentuotannon kokonaisvolyyymistä (%)
Luokka 1	> 1 milj. m <sup>3</sup> /vuosi	79	56 %
Luokka 2	300 000–1 milj. m <sup>3</sup> /vuosi	101	11 %
Luokka 3	100 000–300 000 m <sup>3</sup> /vuosi tai < 100 000 m <sup>3</sup> /vuosi jos verkostopituus on yli 50 kilometriä	175	6 %
Luokka 4	< 100 000 m <sup>3</sup> /vuosi	1464	4 %
HSY - Helsingin seudun ympäristöpalvelut – kuntayhtymä	Käsitelty muista vesihuoltolaitoksista selvästi poikkeavan kokoluokkansa vuoksi omana luokkana	1	23 %

Luokittelun kriteerit eivät ole täysin yksiselitteiset luokkien 3 ja 4 välillä. Rajatapauksissa luokittelussa on arvioitu myös vesihuoltolaitoksen verkostopituutta, jolloin luokan keskimääräiseen verkostopituuteen verrattuna suuren verkostopituuden omaava laitos on laitettu luokkaan 3, vaikka se vesimäärän puolesta kuuluisi luokkaan 4.

Vesihuoltolaitosten kokoon perustuva jaottelu todettiin tarkoituksenmukaisimmaksi, sillä se kuvastaa vesihuoltolaitosten käyttöomaisuuden määrää paremmin kuin vesihuoltolaitosten maantieteelliseen sijaintiin perustuva jaottelu. Aineiston perusteella voitiin todeta, että kooltaan pienissäkin maaseutukunnissa on suhteellisen suuria vesihuoltolaitoksia, mikäli toimintaa on merkittävästi keskitetty. Kunnan asukaslukuun perustuva jaottelu todettiin epätarkoituksenmukaiseksi myös vesiosuuskuntien suuresta määrästä johtuen, sillä vesiosuuskuntien koko ei korreloi kunnan asukasluvun kanssa. Laitosomaisuuden osalta tiedon saatavuuden tiedettiin olevan hyvin rajallista, jolloin luokittelu loi edellytykset kuutiomääräperusteisten tunnuslukujen laskemiselle ja siten tiedon yleistämiselle laitoskokoluokkien sisällä.

Arvioitaessa vesihuoltolaitosten uusinvestointitarpeita vesihuoltolaitokset eroteltiin laitoskokoluokan lisäksi kasvaviin ja ei kasvaviin niiden sijaintikunnan ja Tilastokeskuksen laatiman uusimman väestöennusteen perusteella. Kunnissa, joissa väkiluvun ei ennusteta kasvavan, verkostopituuden kasvun arvioitiin aiheutuvan toiminnan keskittymisestä ja toimintavarmuuden parantamisesta ja sen myötä lisääntyvien siirto- ja yhdysvesijohtojen rakennusmäärien kasvusta. Näissä kunnissa vesihuollon liittymisastetta tullaan todennäköisesti tulevaisuudessa kasvattamaan, sillä osassa Suomen pienimpiä kuntia liittymisasteet ovat edelleen hyvin matalia. Toisaalta osassa kunnista asutus on hyvin hajanaista, jolloin väestön saattaminen keskitetyn vesihuollon piiriin nykyistä laajemmassa mittakaavassa ei ole realistinen tavoite.

Vesiosuuskuntien osalta ei ollut tietoa verkostopituuksien tähänastisesta kehityksestä, joten verkostopituuden kasvua ei voitu allokoida tietyille osuuskunnille. Sen sijaan oletettiin, että pienten osuuskuntien määrä kasvaa edelleen perustuen siihen, että vielä vuonna 2011 uusia osuuskuntia on todettu perustettavan 50–70 vuosittain (Repo 2011). Vaikka uusia osuuskuntia ei enää perustettaisi, on todennäköistä, että osuuskuntien liittymämäärät ja siten myös verkostopituudet edelleen kasvavat. Vuoden 2011 tason oletettiin kuitenkin hidastuneen ja edelleen hidastuvan, minkä myötä osuuskuntia oletettiin perustettavaksi 50 % vuoden 2013 tasosta tarkastelujakson ensimmäisten 10 vuoden aikana. Tähän kehityskulkuun tulee merkittävästi vaikuttamaan maa- ja metsätalousministeriön tavoite kohti suurempia vesihuollon yksiköitä. Vesihuoltolain mukaan osuuskunnilla ei myöskään ole kaikissa tilanteissa liittämisvelvollisuutta (Luukkonen 2013).

Väkiluvun kasvun ei oletettu johtavan saman suuruiseen suhteelliseen verkostopituuden kasvuun kuin on tapahtunut tähän saakka 2000-luvulla, vaan täydennysrakentamisen painottumisen oletettiin oleellisesti pienentävän vesihuoltoverkoston pituuden kasvua. Kasvavien kuntien osalta laskettiin aikavälillä 2000–2019 toteutuneen verkostopituuden kasvun perusteella kuinka paljon verkostoa rakennettiin yhtä uutta asukasta kohden. Samaa suhdelukua ja väkiluvun muutosennustetta aikavälillä 2020–2040 käyttäen laskettiin tälle ennusteajavälille verkostopituuden kasvu-arvio, josta 50 % oletettiin toteutuvan johtuen täydennysrakentamisen yleistymisestä. Jos kunnan väkiluvun on ennustettu laskevan, on kunnan alueella toimivan vesihuoltolaitoksen verkostopituuden arvioitu kasvavan vain, jos se on kasvanut myös vuosina 2016–2018. Tästä verkostopituuden kasvutasosta oletettiin toteutuvaksi 50 %.

### 3.7.2 Analyysimenetelmät

Tutkimusaineistoa analysoitiin ja analyysituloksia validoitiin eri tavoin. Validointia tehtiin investointitarvearvion lopputuloksen kannalta merkittävimpien lähtötietojen osalta. Verkostojen yksikkökustannus- ja ikäjakauma-arviota validoitiin yhdistämällä AFRY Finland Oy:n konsulttitöiden tuloksia, asiantuntija-arvioita sekä vesihuoltolaitosten edustajien kokemusperäistä tietoa.

Verkostosaneerauksien yksikkökustannukset määritettiin toteutuneiden saneerausinvestointien (€, Veeti) sekä saneerausmäärien (km, Venla) perusteella. Saneeraus määrätiedot olivat saatavissa vain osalta Venla-järjestelmää käyttävistä vesihuoltolaitoksista, minkä vuoksi varsinaisten lähtötietojen lisäksi myös yksikköhintoja täydennettiin arvonmäärytyksien laskemiseksi laitoskokoluokittain mediaaniarvoilla (ks. taulukko 9). Yksikköhinta määritettiin yksittäisen putken yhtä kaivantometriä kohden. Koska vesijohto ja jätevesiviemäri ovat usein samassa kaivannossa, laskettiin yksikköhinta näiden kahden verkostotyypin toteutumien keskiarvoina. Hulevesiviemäriverkoston saneerauksen yksikköhinta määritettiin toteutuneiden hulevesiviemärisaneerauksien perusteella, mutta koska tietoa oli saatavilla hyvin rajallisesti, tietoja täydennettiin vesijohtojen ja jätevesiviemäreiden yksikkökustannuksilla. Luokan 4 vesihuoltolaitoksia ei ole Venla-järjestelmässä, minkä vuoksi näille vesihuoltolaitoksille määritettiin yksikköhinta asiantuntija-arvioiden ja valtakunnallisen viemäröinti ohjelman yhteydessä toteutuneen yksikköhinnan (55 €/m) perusteella (Maa- ja metsätalousministeriö 2012).

**Taulukko 9.** Verkostosaneerauksien laitoskokoluokittaiset yksikköhintojen mediaanit.

Laitoskokoluokka	Yksikköhinnan mediaani (€/m) jätevesi ja talousvesi	Yksikköhinnan mediaani (€/m) hulevesi
Luokka 1	337	306
Luokka 2	280	166
Luokka 3	143	107
Luokka 4	80	-

Taulukossa 9 listatut yksikköhinnat ovat yksittäisen putken yhtä kaivantometriä kohden määritettyjä eikä niissä ole huomioitu saneerausmenetelmistä ja -käytännöistä aiheutuvia hinnanmuutoksia. Yksikköhinnat eroavat laitoskokoluokkien välillä eri kokoluokan laitoksille tyypillisen maankäytön eroavaisuuksista johtuen. Suurten laitosten saneeraukset kohdistuvat usein kaupunkien keskustoihin, missä saneeraaminen on haastavaa ja saneerauskustannukset nousevat huomattavasti harvaan asuttua maaseutua korkeammiksi.

Veeti- ja Venla-aineistoihin perustuvia yksikköhintalaskelmia validoitiin vertaamalla niitä AFRY Finland Oy:n verkosto-osaston asiantuntija-arvioihin, jotka perustuvat joukkoon erilaisia hankkeita, joita varten on laadittu kustannusarvioita. Asiantuntija-arvioita tehneillä henkilöillä ei ollut käytettävissään Veeti- tai Venla-aineistoa, eli heidän arvionsa olivat riippumattomia tästä aineistosta. Yksikköhintalaskelmien validointia tehtiin myös työpajassa. Työpajaosallistujille etukäteen lähetetyt materiaalit sisälsivät laitoskokoluokittain laskelmissa käytettyjen yksikköhintojen maksimin, keskiarvon ja minimin laskettuina useampia menetelmiä ja oletuksia käyttäen. Vesihuoltolaitoksia pyydettiin vertaamaan näitä laskelmia omiin arvioihinsa toteutuneista yksikköhinnoista.

Kyselytuloksia hyödynnettiin selvityksessä vesihuoltoverkostojen keskimääräisen ikäjakautumisen määrittämiseen sekä laitosomaisuuden keskimääräisten pitoaikojen, ikäjakautumisen ja arvon määrittämiseen. Kyselytulokset käsiteltiin laitoskokoluokittain. Kyselyvastauksia saatiin eniten luokan 1 vesihuoltolaitoksilta. Vastaaajien kokonaismäärästä 17 oli luokan 1 laitoksia, 7 kokoluokan 2 vesihuoltolaitoksia ja 4 kokoluokan 3 vesihuoltolaitoksia. Lisäksi kyselyyn vastasi Helsingin seudun ympäristöpalvelut-kuntayhtymä HSY. Tuloksia osin validoitiin ja täydennettiin työpajassa. Tulosten perusteella määritettiin myös vastanneiden vesihuoltolaitosten saneerausvelan määrää. Saneerausvelan määrittämisessä verkostojen käyttöajat oletettiin samoiksi kuin saneeraustarpeen arvioinnissa. Vesihuoltolaitosten omia arvioita investointitarpeen kehittymisestä laitosomaisuuden osalta hyödynnettiin määritettäessä investointien jakautumista kolmelle tarkastelussa käytetylle ajanjaksolle.

Verkostojen tunnetun ikäjakautumisen lisäksi kyselyssä pyydettiin erikseen verkoston pituus verkoston osalle, jonka rakennusvuosi ei ole tiedossa. Nämä osuudet kyselyyn vastanneiden vesihuoltolaitosten verkostopituuksista on esitetty luvussa 4.1. Näistä verkostopituuksista 47 % oletettiin rakennetuksi ennen vuotta 1980 ja toiset 47 % oletettiin rakennetuiksi ennen vuotta 1990, loput 6 % oletettiin rakennetuiksi ennen vuotta 1970. Suurin osa kyselyyn vastanneista vesihuoltolaitoksista on kooltaan suuria, minkä vuoksi oletettiin, että putket, joiden rakennusvuosi ei ole tiedossa ovat nimenomaan vanhimpia putkia.

Tässä työssä tehtyjä verkostojen ikäjakautuma-arvioita verrattiin kolmeen aineistoon:

1. AFRY Finland Oy:n konsulttitöitä varten kerättyihin verkostotietoihin (15 vesihuoltolaitosta). Näin määräytyivät tässä esiteltyyn, kolmeen eri aineistoon tehtyyn vertailuun otetut 15 vesihuoltolaitosta, sillä vain näiltä laitoksilta oli saatavilla tarkempia ikäjakautumatietoja kyselyyn vastanneiden vesihuoltolaitosten lisäksi.
2. Kuntien asuinrakennusten ikäjakautumaan, jolloin kunkin vesihuoltolaitoksen kohdalla käytettiin sijaintikunnan asuinrakennusten ikäjakautumaa (Tilastokeskus 2018). Asuinrakennuksiksi luettiin tilaston mukaisista rakennuksista erilliset pientalot, rivijä ketjutilat sekä asuinrakennukset. Tarkastelussa huomioitiin vesijohtoverkoston osalta niiden rakennusten osuus kunnan rakennusten kokonaismäärästä, jotka on rakennettu aikavälillä 1960–1979. Jätevesiviemäriverkoston osalta huomioitiin matalamman pitoaikaoletuksen vuoksi rakennukset niiltä osin kuin ne on rakennettu aikavälillä 1960–1989.
3. Lisäksi verkostojen ikäjakautuma-arviota verrattiin vesihuoltolaitostilastoista löytyviin kansallisiin verkostojen ikäjakautumiin (Lapinlampi & Raassina 2002). Vesihuoltolaitosten tilastoaineistoa muokattiin siten, että 50 % ennen vuotta 1970 rakennetuista verkostoista oletettiin jo saneeratuiksi. Tästä huolimatta vesihuoltotilastoihin pohjautuvien ikäjakautumien käyttö johti jätevesiviemäriverkoston osalta selvään saneeraustarpeen yliarviointiin 80 %:ssa ja vesijohtoverkoston osalta 60 %:ssa vesihuoltolaitoksista. Tämä osoittaa, että yksinomaan kansalliseen volyyymiin perustettu ikäjakautumien yleistäminen johtaa helposti virheelliseen tulokseen. Suurimmilla vesihuoltolaitoksilla on merkittävä määrä verkosto-omaisuutta, joka on rakennettu aikaisemmassa vaiheessa kuin muilla, pienemmillä vesihuoltolaitoksilla.

Taulukossa 10 on esitetty kunkin aineiston perusteella saavutettava keskimääräinen saneerausikäisen verkoston osuus suhteessa kyselytuloksiin perustuvaan saneerausikäisen verkoston osuuteen. Tuloksissa ei havaittu laitoskokoluokittaisia eroja. Laskentatavassa on huomioitu myös suhteellisen eron merkki, joten on ajateltu, että laajassa mittakaavassa yksittäiset saneeraustarpeen yli- ja aliarvioinnit kompensoivat toisiaan. Negatiivinen arvo tarkoittaa, että kyseistä aineistoa soveltaen päädytään keskimäärin selvityksessä määritetyn ikäjakautuksen mukaista saneerausikäisen verkoston osuutta alhaisempiin tuloksiin eli kyseisen ikäjakautuksen perusteella saneerattavaa olisi kyselyaineiston osoittamaa vähemmän. Ero muodostui pienimmäksi vesihuollon tilastoihin perustuvaan keskimääräiseen ikäjakautukseen, joskin määrät olivat usein yliarvioituja, kuten yllä esitettiin. Taulukon 10 tulosten mukaan asuinrakennusten ikäjakautusta käyttäen saadaan keskimäärin pienempi saneeraustarveennuste kuin kyselyaineiston ikäjakautuksen perusteella. Tähän voi olla useita syitä, esimerkiksi se, että verkkotietojärjestelmien tiedot eivät välttämättä ole ajantasaisia ja putken ikätieto on sen alkuperäinen rakennusvuosi, vaikka putki olisi saneerattu. Myös etenkin suurimpien kaupunkien keskusta-alueet nousevat tässä esiin, sillä vanhoja rakennuksia on purettu ja tilalle on rakennettu uusia, vesihuoltoverkostojen säilyttyä alkuperäisinä.

**Taulukko 10.** Saneerausikäisen verkoston osuus eri aineistoilla verrattuna kyselytutkimusaineiston ikäjakautuksen mukaiseen saneerausikäisen verkoston osuuteen.

Saneerausikäisen verkoston osuus suhteessa tutkimusaineiston perusteella määritettyyn (%; 15 vesihuoltolaitoksen keskimääräinen ero)			
Verkosto	AFRY Finland Oy:n konsulttitöiden aineisto	Kunnan asuinrakennusten ikään perustuva ikäjakautus	Vesihuollon tilastoihin perustuva keskimääräinen ikäjakautus
Vesijohto	-13	-24	9
Jätevesiviemäri	-26	-29	22

### 3.8 Ahvenanmaan vesihuolto

Ahvenanmaan vesihuolto käsiteltiin selvityksessä omana kokonaisuutenaan, koska sitä koskevaa aineistoa ei ole vesihuollon tunnuslukujärjestelmissä. Ålands Vatten on vuonna 2018 julkaistussa suunnitelmassa listannut Ahvenanmaan kunnallisten vesihuoltolaitosten tuottamat vesimäärät, käsittelemät jätevesimäärät sekä verkstopituudet. Julkaisun mukaan Ahvenanmaalla on vesijohtoverkostoa noin 620 kilometriä. Tuotettu talousvesimäärä on noin 2,4 miljoonaa m<sup>3</sup>/vuosi. Jätevesiviemäriverkostoa on noin 380 kilometriä ja käsitelty jätevesimäärä on noin 2,7 miljoonaa m<sup>3</sup>/vuosi. Verkostojen nykyinen saneerausvolyyymi voidaan määrittää vain Maarianhaminan osalta, missä vesijohtoverkoston saneerausvolyyymi on ollut n. 0,9 %/vuosi ja jätevesiviemäriputkien n. 1,5 %/vuosi. Karkeasti noin 75 % Ahvenanmaan talousvedestä tuotetaan Dalkarby Vattenverk pintavedenkäsittelylaitoksella, joka on rakennettu vuonna 1949 ja myöhemmin saneerattu tasaisesti, viimeisimpänä vuosina 2011–2012. (Ålands Vatten, Ålands Vatten 2018)

### 3.9 Kustannusarvioita varten tehdyt oletukset

Muoviputkien teknisille pitoajoille ei ole olemassa tieteellistä näkökulmaa (Laakso ym. 2018a). Tämän vuoksi selvityksessä verkostojen pitoajalle tehtiin kolme skenaariota. Nämä tulokset esiteltiin hankkeen yhteydessä järjestetyssä työpajassa, kullekin verkostotyyppille 50, 60 ja 70 vuoden pitoaikaa soveltaen. Työpajaosallistujien kokemuksen perusteella päätettiin tässä selvityksessä sovellettuihin vesihuoltoverkostojen pitoaikoihin:

- Vesijohtoverkostot 60 vuotta
- Jätevesiviemärit 50 vuotta
- Hulevesiviemärit 70 vuotta

Verkostosaneerauksien kustannuksiin vaikuttaa eniten valittu saneerausmenetelmä. Verkostosaneerauksia tehdään kahdella tavalla: sujuttamalla eli kaivamattomilla menetelmillä ja auki kaivamalla. Menetelmien osuutta nykyisissä ja tulevaisissa verkostosaneerauksissa kartoitettiin puhelinhaastatteluin kuudelta vesihuoltolaitokselta sekä työpajan yhteydessä vesihuoltolaitosten edustajilta. Näitä tuloksia verrattiin myös aiemmin saatuihin tuloksiin (Rontu 2018). Monella laitoksella sujutuksia tehdään paljon ja arvio työpajassa oli, että sujutuksien osuus tulee tulevaisuudessa lisääntymään. Perustuen AFRY Finland Oy:n asiantuntijoiden ja vesihuoltolaitosten edustajien arvioihin, sujuttamalla saneerattujen verkostojen yksikkökustannus on n. 50 % kaivamalla saneeratun kaivantometrin hinnasta.

Verkostojen saneerausarvoja laskettaessa sujutuksien osuuden lisäksi tehtiin oletuksia kerralla saneerattavien putkien määrästä (taulukko 11) ja kokonaiskustannuksista ja niiden jakautumisesta useamman putken kaivannossa (taulukko 12) niille vesilaitoksille, joilla on useita verkostoja. Investointitarvearvion lisäksi tätä menetelmää käytettiin myös koko vesihuollon verkosto-omaisuuden saneerausarvon määrittämiseen. Yleisimmäksi käytännöksi oletettiin kahden putken kaivanto, jossa vesijohto ja jätevesiviemäri saneerataan kerralla, jolloin kustannukset yksittäistä putkea kohden laskevat. Asiantuntija-arvioiden ja toteutuneiden hankkeiden pohjalta kahden putken kaivantona toteutetun saneerauksen kustannus todettiin putkea kohden 20 % yhden putken saneeraamista edullisemmaksi. Osa putkista saneerataan myös kolmen putken kaivantona, jolloin jätevesiviemäri, vesijohtoverkosto ja hulevesiviemäri saneerataan. Tällöin yksittäisen putken kustannuksen oletettiin olevan 70 % yhden putken kaivannon kustannuksesta. Venla-aineiston perusteella todettiin, että vesihuoltolaitokset saneeraavat keskimäärin vuosittain vesijohtoverkosta määrällisesti (metreinä) noin 20 % enemmän kuin jätevesiviemäreitä. Tämä johtuu vesijohtoverkoston kaksinkertaisesta määrästä jätevesiviemäriverkoston määrään nähden. Toisaalta prosentuaalisesti jätevesiviemäreitä saneerataan enemmän.

**Taulukko 11.** Verkostojen saneerauskäytäntöoletukset.

	Sujuttami- nen	Yhden putken kaivanto	Kahden putken kaivanto	Kolmen putken kaivanto
Vesijohto (%- osuus km)	40 %	20 %	30 %	10 %
Jätevesiviemäri (%-osuus km)	60 %		30 %	10 %
Hulevesiviemäri (%-osuus km)				100 %

**Taulukko 12.** Verkostojen yksikköhintojen prosentuaaliset osuudet yhden putken kaivanto-  
hintaan verrattuna.

	Sujuttaminen	Yhden putken kaivanto	Kahden putken kaivanto	Kolmen put- ken kaivanto
Vesijohtover- kosto yksik- köhintä (%- osuus)	50 %	100 %	80 %	70 %
Jätevesivie- märiverkosto yksikköhintä (%-osuus)	50 %		80 %	70 %
Huleve- siviemäriver- kosto yksik- köhintä (%- osuus)				70 %

Niilläkin vesihuoltolaitoksilla, joilla ei ole vastuullaan hulevesiviemäreitä, saneerauksia voidaan toteuttaa kolmen putken kaivantoina yhteistyössä kaupungin kanssa, mikä huomioitiin luokkien 1 ja 2 vesihuoltolaitoksilla. Muiden laitoskokoluokkien kohdalla oletettiin hulevesiviemäreiden määrä hyvin pieneksi ja näin ollen kahden putken kaivantojen osuutta kasvatettiin 10 %:lla. Valtaosa osuuskunnista on yksinomaan vesilaitoksia, minkä vuoksi niiden osalta kasvatettiin yhden putken kaivantoina toteutettavien saneerausten määrää 30 %:lla.

Yllä taulukoissa 11 ja 12 esitettyjen oletuksien lisäksi verkostojen uusinvestointien yksikkökustannuksen oletettiin työpajakeskustelujen ja asiantuntija-arvioiden perusteella olevan 60 % saneeraamisen yksikkökustannuksesta. Uusinvestointien osalta kaikki putket oletettiin rakennettaviksi joko kahden (90 %) tai kolmen putken kaivantoina (10 %). Hulevesiviemäreiden osalta rakennettava verkostopituus määritettiin perustuen hulevesi- ja jätevesiviemäriverkoston väliseen nykyiseen laitospäätiseen suhdeluukuun, jonka oletettiin säilyvän tulevaisuudessa vakiona. Näin ollen hulevesiviemäreitä oletettiin rakennettaviksi aina uusien jätevesiviemäreiden yhteyteen.

Vesiosuuskuntia on perustettu lukuisia 2000-luvun aikana, ja ne ovat osin laajentaneet toimintaansa viemäröintiin. Tämän vuoksi osuuskuntien osalta tehtiin oletus, että kaikki yksinomaan viemärlaitoksina toimivat ja puolet yksinomaan vesilaitoksina toimivista vesiosuuskunnista on perustettu 2000-luvun vaihteessa, jolloin niiden verkostosaneeraustarpeet ovat tarkastelujaksolla vähäisemmät. Osuuskunnat, jotka oletettiin perustetuiksi vuosituhatosen vaihteessa, valikoitiin verkostopituuksien perusteella siten, että vanhempaan luokkaan otettiin kaikki yli 30 km verkostoa omistavat osuuskunnat.

Jätevedenpumppaamoiden määrää arvioitiin eri tavoin. Kyselytutkimuksen perusteella saatiin arvio pumppaamoiden lukumäärästä suhteessa vesihuoltolaitosten jätevesiviemäriverkostopituuksiin. Tätä suhdelukua käyttäen arvioitiin laitostekoluokittain pumppaamoiden lukumäärä niille vesihuoltolaitoksille, joilta tietoa ei ollut saatavissa, ja saatiin arvio koko maan jätevedenpumppaamoiden lukumäärästä. Tätä arviota verrattiin ulkopuolisiin asiantuntija-arvioihin jätevedenpumppaamoiden kokonaismäärästä. Johtuen suurimpien vesihuoltolaitosten pääpumppaamoiden saneerauskustannusten suuresta vaihtelevuudesta, saneerauskustannusarviot koskevat pakettipumppaamoita, joita suurin osa pumppaamoista on. Laitostekoluokan 4 osalta tiedusteltiin kahdelta pumppaamontoimittajalta vesiosuuskunnille myytyjen pakettipumppaamoiden myyntimäärätilastoja. Tämän otannan tuloksena muodostettiin karkea arvio vesiosuuskuntien jätevedenpumppaamoiden kokonaismäärästä. Yksittäisen pakettipumppaamon hinta määritettiin pumppaamontoimittajalta saadun arvion perusteella. Luokan 4 osalta oletetaan, että 20 vuoden aikana pumppaamot tulee kokonaaisuudessaan uusia, sillä oletettavaa on, että pumppaamoiden määrä on todellisuudessa suurempi kuin mitä saatiin selville pienellä toimittajaotannalla.

Jätevedenpumppaamoiden ikäjakaumista ja saneeraushistoriasta ei ole tietoa, minkä vuoksi pumppaamoiden saneeraustarvetta arvioitiin niiden keskimääräisiin pitoaikoihin perustuen. Pitoaika-arviossa voidaan erottaa pumppaamoiden tekniikka (kuten pumput, putkistot ja sähkökeskus) ja pumppaamorakennus/rakennelma omiksi kokonaisuuksikseen. Keskimääräisten pitoaika-arvioiden perusteella oletettiin pumppaamoiden tekniikan tulevan saneerattavaksi kokonaaisuudessaan seuraavien 20 vuoden aikana. Lisäksi saneerauskustannuksia kasvatettiin 50 %:lle pumppaamoista, jolloin oletettiin tämän osuuden kattavan myös rakenteiden saneeraamista tai uusimista. Ulkopuolisten asiantuntija-arvioiden perusteella päädyttiin keskimääräiseen yksittäisen pakettipumppaamon saneerauskustannusarvioon: 15 000–20 000 €, joka kattaa pumppaamon tekniikan. Kustannusarvio uuden pumppaamon rakentamiselle vanhan sisään on noin 30 000–40 000 €. Saneeraamisen yleisyydestä suhteessa uuden pumppaamon rakentamiseen todettiin noin 80 % saneerattaviksi ja loput 20 % vaihdettaviksi uusiin. HSY:llä jätevedenpumppaamoille on allokoitu vuotuinen 2 miljoonan saneerausinvestointisumma (HSY 2018).

Talousvedenkäsittelyn osalta investointitarpeiden arvioinnissa hyödynnettiin Veeti-aineistosta löytyvää tietoa eri raakavesityyppien vesihuoltolaitoskohtaisista vedenottomääristä ja erotettiin pääasiallisesti pintavettä ja tekopohjavettä käyttävät vesihuoltolaitokset pohjavesilaitoksista. Investointitarpeet laskettiin kunkin raakavesityypin suhteellinen määrä huomioiden. Näiden vesihuoltolaitosten vedenkäsittelyn saneerausinvestointeihin arvioitiin koneistokannan tulevan saneerattavaksi kokonaaisuudessaan vuoteen 2040 mennessä, jollei tiedossa ollut viimeaikaisia mittavia saneerauksia. Rakennuskannasta puolestaan oletettiin saneerattavaksi puolet. Tietoa toteutuneista saneerauksista hankittiin vesihuoltolaitosten verkkosivuilta. Investointitarpeita laskettaessa toteutuneet viimeisen kolmen vuoden saneeraus-



ja uusinvestoinnit vähennettiin investointitarpeen määrästä. Toteutuneet investoinnit vähennettiin puoliksi koneiston ja puoliksi rakennuskannan arvon osalta, koska investointien tarkempi kohdentuminen ei ollut tiedossa. Kyselyyn vastanneet vesihuoltolaitokset käytiin läpi yksitellen ja niiden saneeraustarve arvioitiin koneiston ja rakennuskannan osalta vesihuoltolaitosten antamien ikätietojen perusteella investointien tarkemman ajoittumisen arvioimiseksi. Kyselytulosten perusteella määritettiin kuutioperusteiset keskimääräiset laitoskokoluokittaiset saneerausarvot, joita yleistettiin muihin samaa raakavesityyppiä hyödyntävien saman kokoluokan laitoksiin saneerausinvestointitarpeen ja koko laitosomaisuuden arvon määrittämiseksi.

Pohjavedenottamoiden arvonmääritykset tehtiin perustuen kyselytulosten laitoskokoluokittaisiin keskimääräisiin jälleenhankinta-arvoihin. Lisäksi hyödynnettiin Veeti-järjestelmästä löytyvää pohjavedenottamoiden lukumäärätietoa. Mikäli vesihuoltolaitoksella on useampia pohjavedenottamoita, oletettiin niistä puolet investointiarvoltaan 50 % edullisemmiksi.

Tulevaisuudessa toteutuvien vesihuoltolaitosten yhdistymisten kehityskulku on hankalasti ennustettavissa. Tässä selvityksessä oletettiin, että kansallisten investointitarpeiden selvittämisen näkökulmasta merkittävää ei ole vesihuoltolaitosten lukumäärä, vaan vesihuoltomaisuuden kokonaismäärä. Vesihuoltolaitosten yhdistämiset eivät ainakaan tämän hankkeen mittakaavassa merkittävästi vaikuta vaadittaviin investointeihin, sillä yhdistymisten myötä osa puhdistamosaneerauksista jätetään tekemättä ja niiden sijasta suurempia laitoksia laajennetaan ja rakennetaan siirtolinjoja.

## 4 Tutkimustulokset

### 4.1 Investointitarpeet

#### 4.1.1 Vesihuollon uudet laitosinvestoinnit

Laitosten uusinvestoinnit määritettiin vain niiltä osin kuin oli tietoa tulevaisuudessa toteutuvista suurista hankkeista. Väestön entistäkin voimakkaamman keskittymisen kolmen suurimman kaupunkiseudun alueelle oletetaan keskittävän myös uusinvestoinnit näille väkiluvun kasvua kokeville alueille. Merkittävimmistä uusinvestointisuunnitelmista saatiin tietoa työpajassa, jossa oli edustettuna useita suuria vesihuoltolaitoksia. Osa merkittävistä laitosinvestoinneista oli jo käynnistetty tätä selvitystä laadittaessa. Näiden kohteiden osalta on tässä otettu mukaan mahdollisimman tarkkaan se osuus investoinneista, joka ajoittuu tämän selvityksen aikajänteelle 2020–2040. Työpajassa todetut suuret uusinvestoinnit:

- HSY: kolmas vedenkäsittelylaitos 500 M€
- Oulun vesi: toisen raakavesilähteen käyttöönotto 50 M€
- Tavase Oy: Vehoniemi-Isokangas tekopohjavesilaitos 30 M€ (siirtolinjainvestoinnit arvioitu kappaleessa 4.1.4)
- Turun Seudun Vesi: Halisten pintavedenkäsittelyn varavesilaitoksen uusiminen 20–30 M€
- Alva-yhtiöt: uusi vedenkäsittelylaitos 25 M€
- Äänekosken Energia Oy: Syvälahden tekopohjavesilaitos 15 M€ (Keski-Suomen ELY-keskus 2010, kustannusarvio Härmäläinen ym. 2019 mukaan)

- Porvoon vesi: uusi kalvosuodatuslaitos/talousvesi 10 M€
- Nurmijärven vesi: Teilinummen tekopohjavesihanke 2 M€ (Nurmijärven kunta)
- Tampereen Seudun Keskuspuhdistamo Oy 270 M€
  - Hankkeen kokonaiskustannusarvio 318,3 M€ (Tampereen Seudun Keskuspuhdistamo Oy 2020)
- HSY: Blominmäen jätevedenpuhdistamo 156 M€
  - Hankkeen kokonaiskustannusarvio 416,3 M€ (Helsingin seudun ympäristöpalvelut - HSY 2020)
- Nokian vesi: jätevedenpuhdistamo 23 M€ (Business Nokia 2019)
- HSY: Pyrolyysipilottilaitos 12,5 M€ (HSY, Vesilaitosyhdistys 2019d)
- Kuusamon Energia- ja vesiosuuskunta: Torangin jätevedenpuhdistamo 10 M€

Yhteensä listatut laitoskohtaiset hankkeet tuovat talousvedenkäsittelyn osalta 657 miljoonan euron ja jätevedenpuhdistuksen ja lietteenkäsittelyn osalta 472 miljoonan euron investointitarpeen.

Laitosomaisuuden osalta on hankalasti ennustettavissa, milloin investoinnit toteutetaan saneerausinvestointeina, ja milloin puolestaan uusinvestointeina, varsinkin kun iso osa laitusrakennuksista alkaa olla käyttöikänsä päässä. Esimerkiksi jätevedenpuhdistamoiden rakentaminen on ollut vilkkaimmillaan 1970-luvulla ja valtaosa taajamien puhdistamoista on rakennettu vuoteen 1985 mennessä (Säylä & Vilpas 2012). Näin ollen viimeistään lähivuosina vesihuoltolaitoksilla tullaan arvioimaan onko vanhan puhdistamon saneeraaminen järkevää, vai onko uuden laitoksen tai mahdollisesti toiminnan keskittäminen rakentamiskustannuksiltaan verrannollinen tai jopa edullisempi vaihtoehto. Yllä esitetyn listauksen lisäksi uusinvestointeja toteutuu todennäköisesti useampia, mutta pitkän aikavälin arviointi todettiin hankalaksi ja sen vuoksi päällekkäisen laskennan välttämiseksi nämä tarpeet otettiin huomioon saneerausinvestointitarvearviossa. Tiedossa olevia muita todennäköisesti toteutuvia uusinvestointeja, joista ei ollut saatavilla kustannusarvioita ja/tai tarkkaa päätöstä investoinnin toteutustavasta ovat mm.: Lappeenrannan jätevedenpuhdistamo, Vihdin uusi jätevedenpuhdistamo ja Nurmijärven kirkonkylän jätevedenpuhdistamo.

#### 4.1.2 Arvio lainsäädännön muutosten uusista laitosinvestoinneista

Edellä esitetyt uusinvestointitarvearviot eivät kata niitä investointeja, joita kiristynyt lainsäädäntö tulee todennäköisesti aiheuttamaan vesihuoltolaitoksille. Näiden investointitarpeiden arvioidaan keskittyvän vahvasti jätevedenpuhdistukseen ja ne koskevat merkittävimmin suurimpia laitoksia. Prosentuaalisesti noin puolet investoinneista on arvioitu toteutettaviksi suurimmilla (> 100 000 AVL) jätevedenpuhdistamoilla. Kuvassa 8 on sovellettu aiempien selvitysten (Vesilaitosyhdistys 2019d, Vesilaitosyhdistys 2016) tuloksia ja valittu niissä esitetyistä skenaarioista todennäköisimmin toteutuviksi arvioidut, verraten vaatimustasoarvioita myös Sveitsissä käytössä oleviin velvoitteisiin. Koska varmuutta eri vaatimuksien toteutumisesta ei ole, kuvassa 8 on esitetty kustannusarvioita aihealueittain. Investoinnit voivat myös olla osittain päällekkäisiä, sillä esimerkiksi haitta-aineiden tehostetun poiston toteutuksessa tekniikka parantaa samalla mm. myös jäteveden hygieenistä laatua. Tässä osiossa investointimäärät on esitetty kansallisessa mittakaavassa, ei laitostokoluokittain.

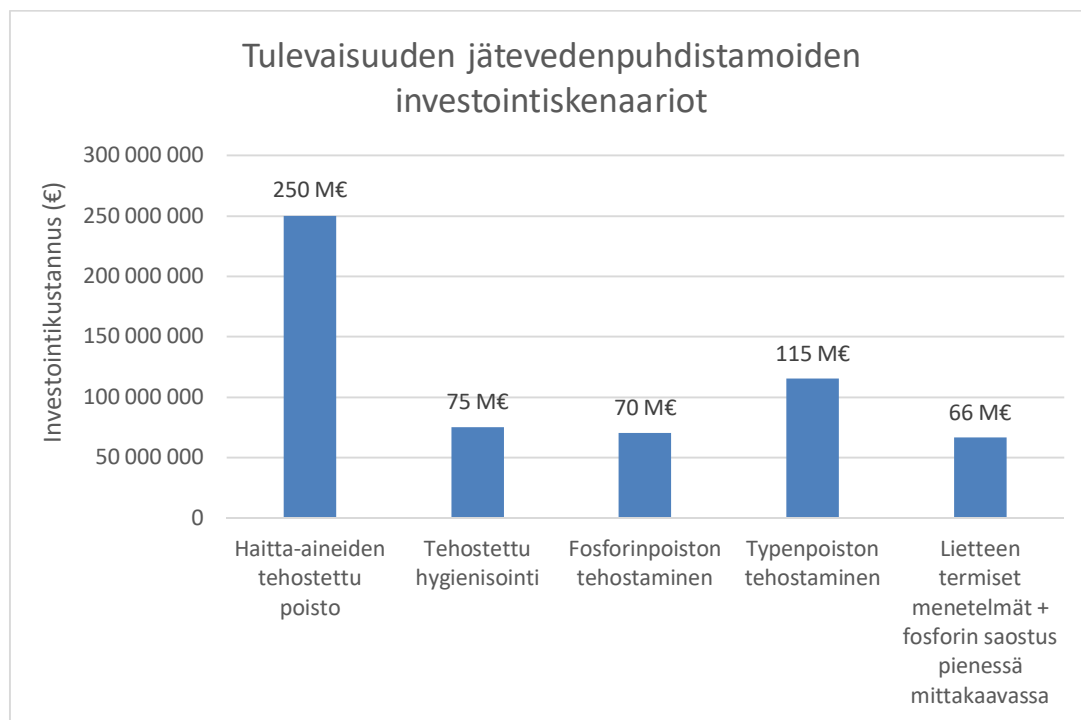
Koska etenkin jätevesidirektiivin osalta on vielä epävarmaa, kuinka mittavaa haitta-aineiden poistoa tulevaisuudessa edellytetään ja mille jätevedenpuhdistamoille velvoite tulee, oletettiin, että jätevedenpuhdistuksen osalta jatkossakin vaatimuksissa huomioidaan kuormitusmäärä ja purkuvesistön herkkyys kokonaisuutena. Näin ollen laitoskokoluokittainen tarkastelu ei sovellu hyvin näiden investointitarpeiden arviointiin, mutta koska tarkempaa koottua tietoa purkuvesistöjen herkkyydestä vesihuoltolaitoksittain ei ole, tehtiin asiantuntija-arvioon perustuva oletus, että 80 % haitta-aineiden poistovaatimus (vastaa Sveitsin vaatimusta) tulee 20 %:lle keskisuurista (10 000–100 000 AVL) ja 50 %:lle suurista (> 100 000 AVL) jätevedenpuhdistamoista. Tämä tarkoittaisi noin 80:tä jätevedenpuhdistamoa. Pienten jätevedenpuhdistamoiden investointitarve muodostuisi tässä mittakaavassa hyvin marginaaliseksi, joten se jätettiin huomiotta. Kokonaisuutena tämä vastaisi suuruusluokaltaan skenaariota, jossa EU-lainsäädäntö velvoittaisi jäsenmaitaan Sveitsin soveltamiin periaatteisiin haitta-ainekuormituksen vähentämiseksi.

Fosfori- ja typpireduktion osalta on oletettavaa, että vaatimukset tulevat olemaan jatkossakin laitoskohtaisia. Tässä selvityksessä fosforinpoiston osalta laskettiin investointitarpeet mikäli 50 %:lle puhdistamoista toteutuisi 0,3 mg/l vaatimustaso ja 20 %:lla vaatimustaso olisi tiukempi: 0,1 mg/l. Tällä hetkellä tiukimmat lupaehdot ovat fosforipitoisuuden osalta 0,25 mg/l (Pohjois-Suomen aluehallintovirasto 2013). Tampereen keskuspuhdistamon sekä HSY:n Blominmäen jätevedenpuhdistamon lähtevän jäteveden fosforipitoisuuden tavoitearvoiksi on asetettu < 0,2 mg/l (WSP 2016, Helsingin seudun ympäristöpalvelut 2011). Nykyistä oleellisesti tiukempaa raja-arvoa oletettiin siten edellytetyksi vain poikkeustapauksissa. Näissä laskelmissa huomioitiin myös ilmastonmuutoksen myötä oletettavasti kasvava vuotovesien määrä (vrt. Vesilaitosyhdistys 2016). Typenpoiston osalta laskelmissa esitettiin investointitarpeet mikäli 50 %:lla niistä jätevedenpuhdistamoista, joilla on nykyisellään 70 %:a matalampi poistovaatimus, edellytettäisiin jatkossa 70 % reduktiota ja 20 %:lle jätevedenpuhdistamoista asetettaisiin tiukempi reduktiovaatimus: 80 %. Vuonna 2017 kokonaistypen poistuma oli noin 66 %. Typpireduktion kasvu on jatkunut tasaisena aina 1970-luvulta lähtien. Kuluvan vuosituhannen aikana vuoteen 2017 mennessä reduktio on kasvanut 22 %-yksikköä. Absoluuttisesti mitattuna kuormitus ei ole juurikaan laskenut, sillä typpikuorma on kasvanut tasaisesti. (Suomen ympäristökeskus 2018)

Jäteveden mahdollinen hygienisointivaatimus asetetaan ravinteita koskevien lupaehtojen tavoin ympäristöluvassa. Kuvassa 8 on esitetty kustannukset skenaariolle, jossa jätevedenpuhdistamoilta edellytettäisiin tehostettua hygienisointia, joka vastaisi EU:n uimavesidirektiivin mukaista erinomaista laatua (vrt. Vesilaitosyhdistys 2016). Nykyisellään harvalla jätevedenpuhdistamolla on käytössä tehostettu hygienisointi, minkä vuoksi suhteessa muihin tehostamistoimenpiteisiin investointikustannukset nousisivat korkeiksi. (Vesilaitosyhdistys 2016)

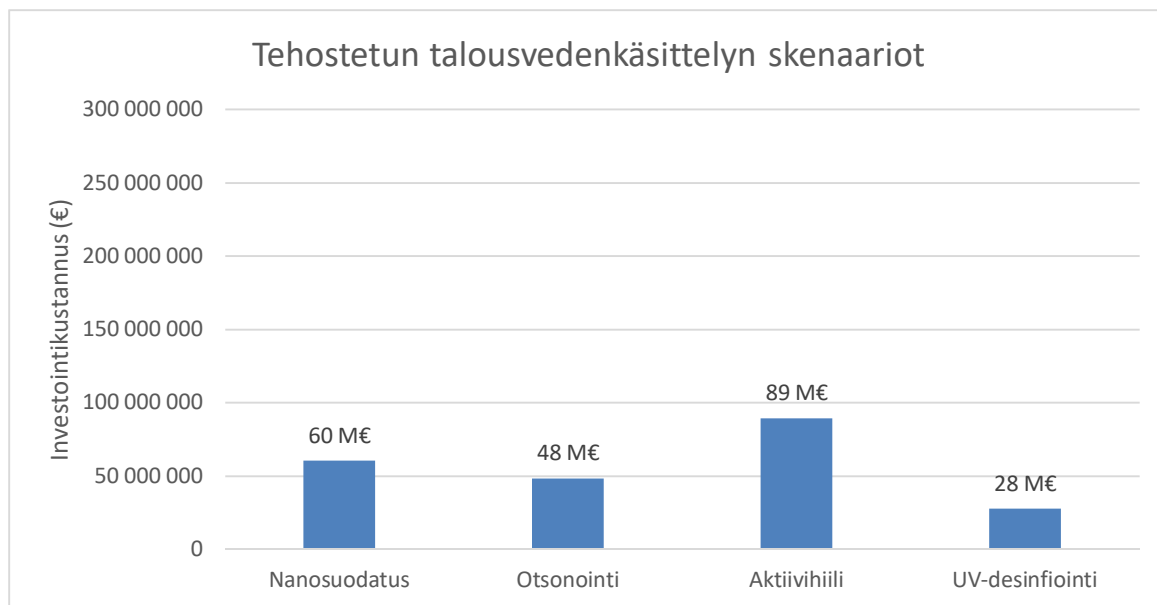
Fosforin talteenoton osalta esitettiin laskelmat skenaariolle, jossa lietteenkäsittely perustuu tulevaisuudessa pääasiallisesti termisten menetelmien soveltamiselle. Lietteen tehostetun käsittelyn osalta lähtökohdaksi otettiin RAKI-ohjelman mukainen tavoite saattaa 50 % yhdyskuntajätevesilietteestä kehittyneen prosessoinnin piiriin. Tekniikoiksi oletettiin pyrolyysitekniikka ja lietteen erillispoltto. Nämä tekniikat valikoituivat esimerkeiksi, koska pyrolyysitekniikan pilotointia on jo suunniteltu tehtävän Suomessa HSY:n toimesta ja lietteen erillispoltto on koekäytössä Rovaniemellä. Lisäksi skenaariossa huomioitiin jälkisaostustekniikan soveltaminen HSY:n mittakaavassa. HSY tuottaa vuodessa reilut 88 000 tonnia lietettä (TS 29 %). Erillispoltto- ja pyrolyysilaitokset toteutetaan usein suuressa mittakaavassa,

mikä otettiin oletukseksi myös laskelmissa. Mikäli oletetaan, että Suomessa muodostuu vuosittain noin miljoona m<sup>3</sup> jätevesilietettä märkäpainona mitattuna (Vesilaitosyhdistys 2019b) ja oletetaan, että liete saataisiin kuivattua keskimäärin 30 % TS pitoisuuteen, kuivaa lietettä muodostuu noin 300 000 t/vuosi. Mikäli tästä lietemäärästä yhteensä 50 % käsiteltäisiin termisin menetelmin ja lisäksi HSY:llä toteutuisi täyden mittakaavan jälkisaostus, olisivat investointitarpeet kuvassa 8 esitettyä suuruusluokkaa.



**Kuva 8.** Arvio jätevedenpuhdistamoiden uusien vaatimuksien edellyttämistä investointitarpeista.

Mikäli pintavedenkäsittelyä tulisi tehostaa Suomessa siten, että 10 % vuotuisesta talousveden määrästä tulisi käsitellä tehostetummin, todennäköisimmät tekniikat olisivat aktiivihiihliuodatus, UV-desinfiointi, nanosuodatus ja otsonointi. Mahdollisia syitä tehostamistoimille ovat ilmastomuutos ja/tai mahdollisesti haitta-aineiden, kuten lääkeaineiden ja mikro-romuvien poistaminen. Esimerkiksi nanosuodatus on potentiaalinen tekniikka humuksen tehostettuun poistoon pintavesistä (Svenskt Vatten 2017). Kuvassa 9 esitetään myös investointitarvearvio UV-desinfiointivaiheen lisäämiselle noin 50 %:lle vuosittain käsitellystä pohjavesivolyyymistä. Laskelmissa on hyödynnetty Hämäläisen ym. (2018) arvioimia investointikustannuksia.



**Kuva 9.** Talousvedenkäsittelyn tehostamisen skenaarioiden investointitarvearviot.

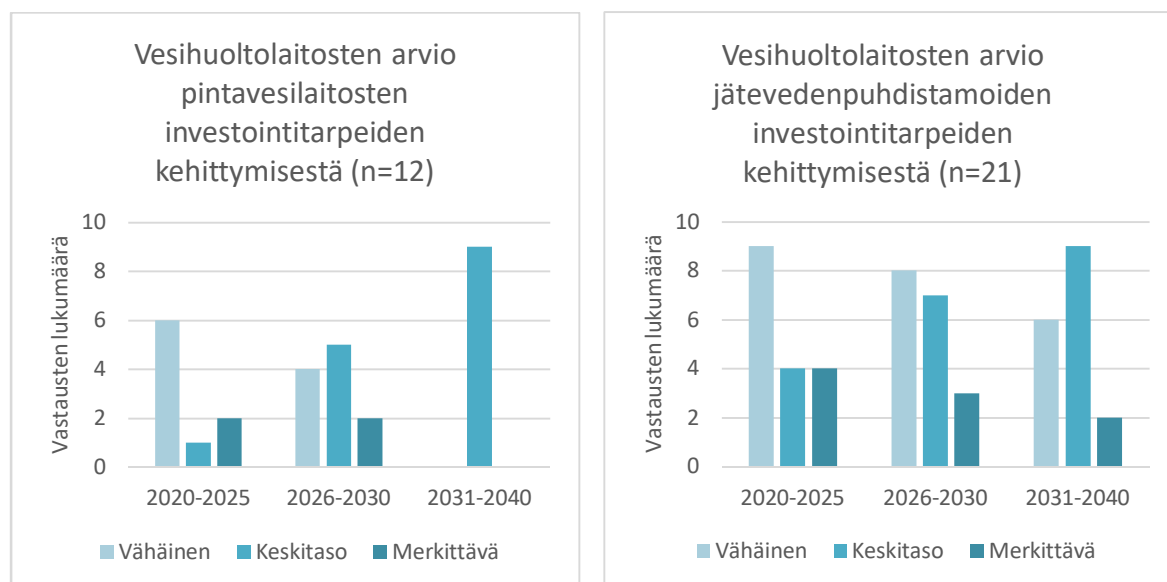
Yllä esitettyjen talous- ja jäteveden käsittelytekniikoiden investointitarpeiden lisäksi digitaaliset järjestelmät tuovat vesihuoltolaitoksille merkittäviä vuotuisia investointitarpeita. Hankkeen työpajassa todettiin tarve digitaalisiin järjestelmiin kohdistuvien investointeihin ennen kaikkea HSY:n ja luokkien 1 ja 2 vesihuoltolaitoksilla tietoturvallisuuden ja asiakaspalvelujärjestelmien kehittämiseen. Työpajaosallistujien mukaan 0,5 miljoonan euron investointitarve toteutuisi näillä laitostokoluokilla noin joka toinen vuosi. Näillä oletuksilla tämä tarkoittaisi summana noin 900 miljoonan investointeja tulevien 20 vuoden aikana.

Vesihuollon rakennemuutoshankkeessa jokaiselle vesihuoltolaitokselle on omaisuuden hallinnan osalta edellytetty verkkotietojen saattamista paikkatietomuotoon sekä sähköisen häiriöiden raportointijärjestelmän käyttöönottoa (Hanski 2019). Nykyään arviolta vain 10 %:lla vesihuoltolaitoksista, jotka edustavat käytännössä suurimpia vesihuoltolaitoksia, on käytössään sähköinen verkkotietojärjestelmä. Työpajaosallistujien mukaan verkostotietojen digitointi maksaa noin 100 000 €/vesihuoltolaitos. Mikäli kaikilla vesihuoltolaitoksilla (Vesihuoltolain mukaisia vesihuoltolaitoksia on 1 100 kpl), pois lukien 10 % laitoksista, joilla järjestelmä on jo käytössään, investoidaan verkkotietojärjestelmään, kokonaisinvestointitarve on noin 100 miljoonaa euroa.

#### 4.1.3 Vesihuollon laitossaneerausinvestoinnit

Vesihuoltolaitoksille suunnatun kyselytutkimuksen tulosten perusteella voidaan päätellä, että pintavesilaitoksiin kohdistuvien saneerausinvestointitarpeiden arvioidaan lisääntyvän aikavälillä 2026–2040 verrattuna arvioon aikavälin 2020–2025 tarpeesta. Merkittävä-luokkaan lukeutuvia investointeja on kuitenkin tunnistettu vähäisesti aikavälille 2026–2040, mikä voi osoittaa arvioinnin vaikeutta pidemmällä aikavälillä. (kuva 10). Pintavesilaitosten keskimääräistä ikää ja pitoaikaa koskevien tulosten (taulukko 13) perusteella on todettavissa, että laitosomaisuus on keskimäärin saavuttanut tai lähivuosina saavuttamassa saneerausikänsä.

Jätevedenpuhdistamoiden tulevaisuuden investointitarpeissa voidaan kyselytulosten perusteella todeta vastaavanlaista kohoamista ajanjakson loppua kohden. Samaan aikaan merkittävien investointien osuus kuitenkin vähenee, mikä voi myös johtua arvioinnin vaikeudesta pitkällä aikavälillä (kuva 11). Verrattaessa kyselytulosten mukaisia keskimääräisiä iäkiä arvoituihin pitoaikoihin (taulukko 13), voidaan todeta etenkin koneistojen saneeraustarpeen ajoittuvan tarkastellun aikajänteen alkuun. Rakennuskannan osalta tarve ajoittuu hieman myöhäisemmäksi.



**Kuva 10 ja 11.** Vesilaitoskyselyn mukaiset vesihuoltolaitosten arviot pintavesilaitosten ja jätevedenpuhdistamoiden saneeraustarpeen kehittymisestä.

**Taulukko 13.** Vesilaitoskyselyn laitosomaisuuden iäkiä, pitoaikaa ja arvoa koskevat tulokset.

Käyttöomaisuus	Ikä	Pitoaika-arvio	Yksikköhinta luokka 1(€/m <sup>3</sup> )	Yksikköhinta luokka 2(€/m <sup>3</sup> )
<b>Pintavedenkäsittely (N=7 luokka 1)</b>				
Koneisto	21	21	2,1	-
Rakennukset	43	46	4,0	-
<b>Jätevedenpuhdistamot (N=9 luokka 1 N=5 luokka 2)</b>				
Koneisto	19	18	3,1	4,3
Rakennukset	30	43	4,5	7,1

Pintavedenkäsittelylaitosten saneerausinvestointitarpeet on esitetty laitoskokoluokittain taulukossa 14. Investoinnit jakautuvat melko tasaisesti koko aikajaksolle, mutta pääosa investoinneista tulisi toteuttaa vuoteen 2030 mennessä. Pintavedenkäsittelylaitoksien saneeraukset ovat kyselytutkimustulosten ja työpajakeskustelun perusteella selvästi olleet vähällä huomiolla ja ennakoitavissa on selvä investointitarpeen kohoaminen etenkin vanhentuneen rakennuskannan saneeraamiseksi. HSY:n osalta saneerausinvestointitarvearviot perustuvat laitoksen omaan investointiohjelmaan, jota on ekstrapoloitu kattamaan tämän selvityksen aikajänne (HSY 2018).

**Taulukko 14.** Pintavedenkäsittelylaitosten saneerausinvestointitarpeet

Laitoskokoluokka	Investointitarve 2020–2025	Investointitarve 2026–2030	Investointitarve 2031–2040
HSY	41 M€	10 M€	12 M€
Luokka 1	67 M€	77 M€	93 M€
Luokka 2	1 M€	2 M€	3 M€
Luokka 3	2 M€	2 M€	4 M€
Luokka 4	0,1 M€	0,1 M€	0,2 M€
Summa	111 M€	91 M€	112 M€

Tekopohjavesilaitosten investointitarpeet on esitetty taulukossa 15. Tekopohjavesilaitosten osalta ei ollut yhtä tarkkaa tietoa laitosten investointitarpeista eikä laitosten iästä kuin pintavesilaitosten osalta. Investointitarpeita arvioitiin vesihuoltolaitosten verkkosivuilta löytyvien tietojen perusteella, jotta pystyttiin tunnistamaan selvästi iäkkäämmät laitokset. Iso osa Suomen suurimmista tekopohjavesilaitoksista on melko uusia, joten investointitarvekin muodostuu pintavesilaitoksia vähäisemmäksi.

**Taulukko 15.** Tekopohjavesilaitosten saneerausinvestointitarpeet

Laitoskokoluokka	Investointitarve 2020–2025	Investointitarve 2026–2030	Investointitarve 2031–2040
Luokka 1	39 M€	39 M€	54 M€
Luokka 2	0,4 M€	0,4 M€	0,2 M€
Summa	39 M€	39 M€	54 M€

Kyselytulosten mukaiset pohjavedenottamoiden keskimääräiset jälleenhankinta-arvot, joita käytettiin saneerausarvojen määrittämiseksi, on esitetty taulukossa 16.

**Taulukko 16.** Pohjavedenottamoiden keskimääräiset pitoaika- ja jälleenhankinta-arvo arviot kyselytulosten perusteella.

Laitoskokoluokka	Pitoaika-arvio	Keskimääräinen jälleenhankinta-arvo
Luokka 1	37	2 200 000
Luokka 2	48	1 030 000
Luokka 3	58	140 000

Pohjavedenottamoiden investointitarvearviot on esitetty taulukossa 17. Pohjavedenottoista ei ollut lainkaan saatavilla ikätietoja, joten investointitarvearvio perustuu oletukseen, että puolet pohjavedenottamoista tulee saneerattaviksi vuoteen 2040 mennessä. Osalla pohjavedenottamoista on myös vedenkäsittelyä, mutta osalla käsittely on hyvin vähäistä, minkä vuoksi kustannukset vaihtelevat erittäin paljon.

**Taulukko 17.** Pohjavedenottamoiden saneerausinvestointitarpeet

Laitoskokoluokka	Investointi- tarve 2020– 2025	Investointi- tarve 2026– 2030	Investointi- tarve 2031– 2040	Pohjavedenot- tamoiden luku- määrä
HSY				1
Luokka 1	140 M€	116 M€	233 M€	608
Luokka 2	44 M€	37 M€	73 M€	403
Luokka 3	6 M€	5 M€	10 M€	371
Luokka 4	6 M€	5 M€	10 M€	743
Summa	196 M€	163 M€	326 M€	2 126

Suomen suurimpia jätevedenpuhdistamoita on viime vuosina saneerattu mittavasti. Näiden jätevedenpuhdistamoiden osalta saneerausinvestointitarvearviota madallettiin seuraavan 20 vuoden ajalle. Muilta osin oletettiin, että 75 % koneistosta ja 50 % rakennuskannasta tulee saneerattaviksi vuoteen 2040 mennessä. Kalliotilojen osuus rakennuskustannuksista pyydettiin kyselyssä omana kustannuseränä. Kyselytulosten perusteella jätevedenpuhdistamoiden kalliotilojen käyttöiäksi arvioitiin noin sata vuotta. Tämän vuoksi kalliotilojen osuus on jätetty huomiotta saneerausinvestointien osalta. Tulokset on esitetty taulukossa 18.

**Taulukko 18.** Jätevedenpuhdistamoiden saneerausinvestointitarpeet.

Laitoskoko- luokka	Investointi- tarve 2020– 2025	Investointi- tarve 2026– 2030	Investointi- tarve 2031– 2040	Vesihuoltolai- tosten määrä
HSY	25 M€	21 M€	42 M€	1
Luokka 1	179 M€	147 M€	303 M€	52
Luokka 2	66 M€	53 M€	131 M€	60
Luokka 3	35 M€	31 M€	93 M€	96
Luokka 4	5 M€	5 M€	14 M€	49
Summa	310 M€	257 M€	583 M€	258

#### 4.1.4 Yhdys- ja siirtojohtoinvestoinnit

Yhdys- ja siirtojohtoinvestointeja tehdään vesihuoltolaitosten toiminnan keskittämiseksi ja niiden toimintavarmuuden parantamiseksi. Siirtoviemäreitä toteutetaan yleensä pienikokoisten jätevedenpuhdistamoiden saneeraamisen sijaan. Osaltaan siirtoviemäreiden toteuttaminen voi parantaa myös haja-asutusalueiden liittämistä keskitettyyn viemäröintiin. Yhdysvesijohtojen osalta tilanne on usein eri kuin siirtoviemäreiden, sillä yhdysvesijohdosta huolimatta oma laitos voi jäädä varalaitoskäyttöön, eli edellyttää jatkossakin investointeja. Yhdysvesijohtoja perustetaan myös varayhteyksiksi, jotta vettä voidaan poikkeustilanteessa johtaa laitosten välillä. Vedenhankintakapasiteetin näkökulmasta siirtojohtoinvestointeja tullaan tarvitsemaan jatkossa lähinnä kasvavilla kaupunkiseuduilla. Siirto- ja yhdysjohtojen rakentamisen sijaan vesihuoltolaitosten toimintavarmuutta voidaan parantaa myös esimerkiksi varmistamalla riittävä vesisäiliötilavuus sekä parantamalla korjausvalmiutta.

Useilla alueilla vesihuollon kehittämisessä on useampia keskenään kilpailevia vaihtoehtoja, joissa on nykyisellään päädytty usein taloudellisesta näkökulmasta järkevimpään vaihtoehtoon.



toon. Liian pitkät etäisyydet laitosten välillä voivat tehdä siirto- ja yhdyslinjojen toteuttamisesta taloudellisesti kannattamatonta. Linjojen kustannukset ovat toteutuneiden tukkuyhtiöiden perustamisissa ja muissa hankkeissa osoittautuneet erittäin merkittäväksi kulueräksi. Etenkin siirtoviemäriinjojen osalta voidaan todeta, että valtaosa taloudellisesti kannattavista hankkeista on jo toteutettu (Lammila 2020).

Koska yhdys- ja siirtojohtoinvestoinnit nähdään vaihtoehtona laitosinvestoinnille, oletetaan, että tarve on tullut kertaalleen huomioiduksi laitosinvestointien yhteydessä, jollei tulevia hankkeita ollut tiedossa. Oman epävarmuustekijänsä näihin investointiarvioihin tuo poliittinen pyrkimys vesihuollon keskittämiseen ja siitä seuraava ohjausvaikutus. Toistaiseksi valtiontuki on käytännössä lopetettu. Mahdollinen valtion tuen uudelleen käyttöönotto näiden hankkeiden toteuttamiselle olennaisesti vaikuttaa hankkeiden realisoitumiseen tulevaisuudessa. Siten on epävarmaa, kuinka laajassa mittakaavassa uusia yhdys- ja siirtojohtoinvestointeja jatkossa toteutetaan ja mikä näiden hankkeiden realistinen aikajänne voisi olla.

Esimerkkihintoja toteutuneista ja suunnitelluista hankkeista:

- Valtakunnallinen viemärintiöohjelma: Toteutunut, 816 kilometriä siirtoviemäreitä, toteutunut kokonaiskustannus 111,4 M€ (137 €/m).
- Turun Seudun Vesi Oy–Toteutunut, 119 kilometriä siirtolinjaa, kustannus 96 M€ (800 €/m)
- Lievestuore–Toteutunut, 25 kilometriä siirtoviemäriä, 7 M€ (280 €/m)
- Kymen vesi–Toteutunut rinnakkaisvesijohto 25,7 kilometriä, kustannus 10 M€ (390 €/m)

Parhaan saatavilla olevan arvion perusteella Varsinais-Suomen ELY-keskuksen alueelle on selvityksen aikavälille suunnitella mittavia yhdysvesijohto ja siirtoviemäriyhteyksiä. Yhdysvesijohtoja on suunniteltu rakennettaviksi noin 180 kilometriä 13 eri hankkeessa. Lisäksi Pirkanmaalle ulottuvassa suunnitelmassa on tarve kahdessa hankkeessa noin 30 km yhdysvesijohtoinvestoinnille. Siirtoviemärihankkeita puolestaan on suunnitelmien mukaan seitsemän, edellyttäen yhteensä 140 kilometriä siirtoviemäriyhteyksiä. Näiden hankkeiden kokonaiskustannusarvio on yhdysvesijohtojen osalta noin 46 M€ ja siirtoviemäreiden osalta 32 M€. Lisäksi yksittäinen epävarmemmin toteutuva hanke edellyttäisi toteutuessaan 60 kilometrin siirtoviemäriin perustamista ja noin 21 miljoonan euron investointeja. Muualla Suomessa, mahdollisesti muita kasvualueita lukuun ottamatta, on todennäköisesti Varsinais-Suomea vähäisempi tarve yhdysvesijohtoinvestoinneille. (Lammila 2020)

Pirkanmaalla ei viimeisimmässä kehittämissuunnitelmassa ole varmuudella esitetty merkittävää määrää yhdys- tai siirtojohtohankkeita. Suunnitelmassa on pohdittu lukuisia vesihuollon keskittämisvaihtoehtoja. Esimerkiksi yhtenä vaihtoehtona pohdittu pohjaveden hyödyntämisen lisääminen edellyttäisi mittavia, jopa noin 100 miljoonan euron yhdysvesijohtoinvestointeja. (Pirkanmaan ELY-keskus 2015) Toisena vaihtoehtona, toteutuessaan Tavase Oy:n tekopohjavesihanke edellyttäisi nykyarvossa mitattuna noin 36 miljoonan euron siirtojohtoihin lukeutuvia investointeja. Viemäroinnin osalta Lempäälän kaupungin ja Tampereen seudun keskuspuhdistamon välinen siirtoviemäriyhteys edellyttää noin 8 miljoonan euron investointeja. Muita siirtoviemäriyhteyksiä arvioidaan perustettavaksi hankkeen yhteydessä 12,5 kilometriä, minkä kustannusarvio on 21,3 M€ (Huom. sisältää purkutunnelin). Jätevedenkäsittelyn voimakkaammasta keskittämisestä on esitetty erilaisia skenaarioita, joiden

siirtoviemäriin kohdistuvat investointikustannukset ovat skenaariosta riippuen 30–130 M€ välillä. (Pirkanmaan ELY-keskus 2015)

#### 4.1.5 Verkostojen uusinvestoinnit

Vesijohtoverkostojen uusinvestointitarpeet jaettiin selvityksessä tarpeisiin kasvu- ja muutotappiokunnissa. Kokonaisuudessaan vesijohtoverkostopituuden arvioidaan kasvavan kunnallisilla vesihuoltolaitoksilla noin 3500 kilometriä seuraavan 20 vuoden kuluessa. Kasvusta noin puolet arvioidaan tapahtuvan kasvavien kuntien alueella, kattaen reilut kolmekymmentä vesihuoltolaitosta. Osuuskuntien verkostopituuden arvioidaan kasvavan koko tarkasteluajanjaksona noin 1700 km. Näin ollen koko maan verkostopituuden kasvuksi ennustetaan noin 5300 kilometriä. Kun tätä kasvua verrataan vesihuoltotilastojen mukaan tähän mennessä tapahtuneeseen kasvuun 2000-luvulla, ennusteessa verkostopituuden kasvunopeus laskee noin viidennekseen. Vuoteen 2040 mennessä vesijohtoverkoston uusinvestointeihin arvioidaan kuluvan noin 967 miljoonaa euroa eli noin 46 miljoonaa euroa vuodessa.

**Taulukko 19.** Vesijohtoverkostojen uusinvestointitarvearvio.

Laitoskoko-luokka	Vesijohtoverkosto-pituuden kasvu 2040 mennessä (km)	Keskimääräinen vesijohtoverkostopituuden kasvu km/laitos 2040 mennessä	Investointitarve 2040 mennessä (€)
HSY	420		313 M€
Luokka 1	1 892	37,1	426 M€
Luokka 2	528	13,5	71 M€
Luokka 3	515	11,2	29 M€
Luokka 4	1 954	1,5*	128 M€
Summa	5 309		967 M€

\*Vesiosuuskuntien verkostopituuden kasvun tarkempaa kohdentumista ei pystytty arvioimaan, joten tässä kokonaiskasvu jaettu kaikkien luokan 4 vesihuoltolaitosten kesken.

Jätevesiviemäriverkoston osalta vesiosuuskunnissa voidaan ennustaa tapahtuvan merkittävämpää kasvua jätevesiviemäriverkostojen yleistyessä osuuskunnissa. Tämän muutoksen taustalla on hajajätevesiasetus, joka pakottaa haja-asutusalueiden asukkaat edelleen tehostamaan jätevesien käsittelyä hajakuormituksen määrän vähentämiseksi. Ainakin tähän asti kiinteistökohtaisten jätevedenkäsittelyratkaisujen rakentamistahti on ollut puutteellinen lain vaatimuksiin nähden (Helsingin sanomat 2019). Voidaan siten olettaa, että osa nykyisistä osuuskunnista laajentanee toimintaansa myös jätevesien viemärintiin, vaikka vastapainona on liittämismvelvollisuuden lieventyminen taajamien ulkopuolella. Jätevesiviemäriverkoston pituuden oletetaan kasvavan kunnallisilla vesihuoltolaitoksilla noin 2900 kilometrin verran seuraavan 20 vuoden kuluessa. Tämän lisäksi osuuskuntien jätevesiviemäriverkosto-omaisuuden arvioidaan kasvavan 1,5-kertaisesti vesijohtoverkostoihin nähden eli noin 2600 kilometriä. Näin ollen kokonaisuudessaan verkostopituuden ennakoidaan kasvavan noin 5500 kilometriä, joka on noin puolet 2000-luvulla toteutuneesta verkostopituuden laajentumisesta. Vuoteen 2040 mennessä jätevesiviemäriverkoston uusinvestointeihin arvioidaan kuluvan noin 880 miljoonaa euroa eli noin 42 miljoonaa euroa vuodessa.

**Taulukko 20.** Jätevesiviemäriverkostojen uusinvestointitarvearvio.

Laitoskoko- luokka	Jätevesiviemäriver- kostopituuden kasvu 2040 mennessä (km)	Keskimääräinen jäteve- siviemäriverkoston kasvu km/laitos 2040 mennessä	Investointi- tarve 2040 mennessä (€)
HSY	395		295 M€
Luokka 1	1 781	36,4	380 M€
Luokka 2	255	7,3	36 M€
Luokka 3	447	15,4	25 M€
Luokka 4	2 634	1,8*	144 M€
Summa	5 512		880 M€

\*Vesiosuuskuntien verkostopituuden kasvun tarkempaa kohdentumista ei pystytty arvioimaan, joten tässä kokonaiskasvu jaettu kaikkien luokan 4 vesihuoltolaitosten kesken.

Jätevedenpumppaamoiden määrän voidaan arvioida kasvavan jätevesiviemäriverkostopituuden kasvun suhteessa. Soveltamalla kyselytulosten perusteella määritettyjä laitoskokoluokittaisia keskimääräisiä pumppaamomääriä, voidaan muodostaa arvio rakennettavien uusien pumppaamoiden määrästä ja vastaavasti arvio uusinvestointikustannuksista (taulukko 21).

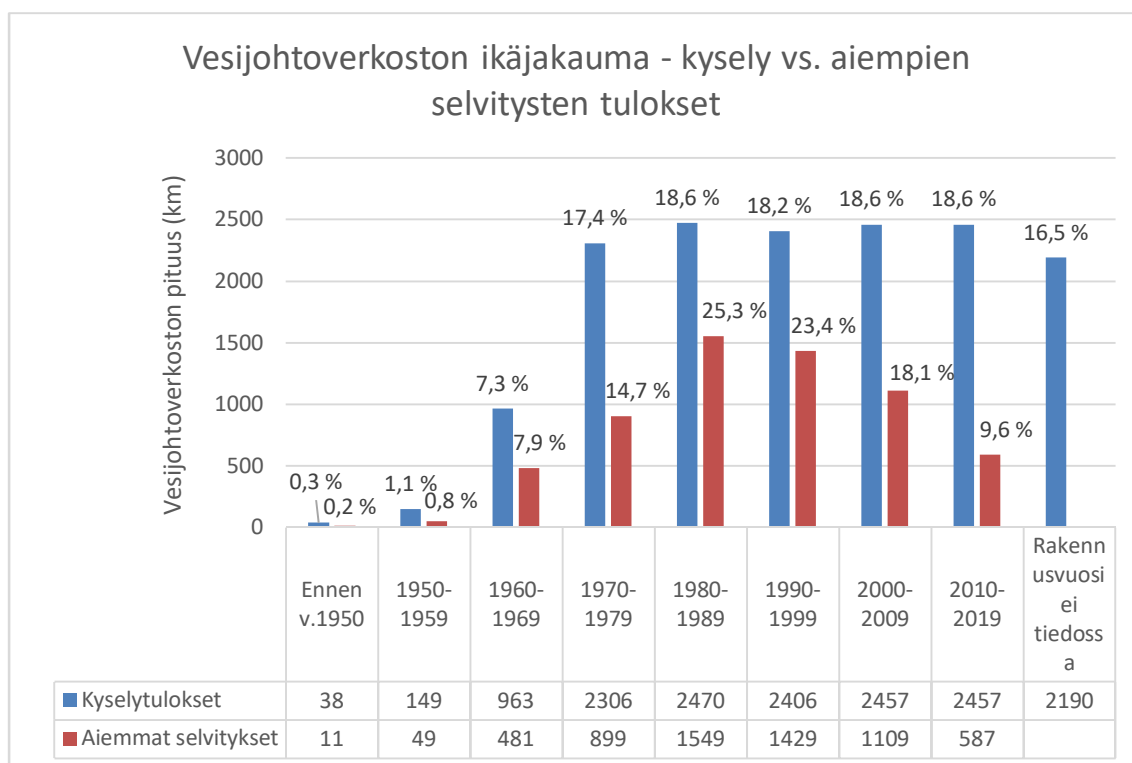
**Taulukko 21.** Jätevedenpumppaamoiden uusinvestointitarvearvio.

Laitoskokoluokka	Jätevedenpumppaa- moja / km jäteve- siviemäriverkostoa	Rakennettavien jätevedenpump- paamoiden määrä (kpl)	Investointitarve 2040 mennessä (M€)
HSY	0,18	70	6,3
Luokka 1	0,25	441	15,5
Luokka 2	0,39	98	3,4
Luokka 3	0,38	170	6,0
Luokka 4	3,24	8509	21,3
Summa		9218	52,5

Hulevesiviemäriverkoston pituuden arvioidaan kasvavan noin 600 kilometriä vuoteen 2040 mennessä, mikä edellyttää 195 miljoonan euron kokonaisinvestointitarpeen eli noin 9 miljoonan euron vuotuisen investointitarpeen.

#### 4.1.6 Verkostojen saneerausinvestoinnit

Verkostojen saneerausinvestointitarvearviot tehtiin ikäperusteisesti vesihuoltolaitosten keskimääräiseen verkostojen ikäjakaumaan perustuen. Vesijohtoverkoston osalta kyselytuloksien ja AFRY Finland Oy:n konsulttityöaineistojen perusteella voidaan päätellä, että 60 vuoden pitoaikaoletuksella kaikki ennen vuotta 1980 rakennetut putket, eli noin 25 % vesijohtoverkosto-omaisuudesta tulee saneerausikään vuoteen 2040 mennessä (kuva 12). Kuvan taulukossa esitetyt luvut ovat aineistoissa mukana olevien vesihuoltolaitosten verkostopituuksien summia kunakin vuosikymmenenä rakennetusta verkostopituudesta.



**Kuva 12.** Vesijohtoverkoston keskimääräinen ikäjakauma kyselytulosten ja AFRY Finland Oy:n konsulttitöiden perusteella (HSY ei mukana).

Vesijohtoverkoston saneerausinvestointitarpeet on esitetty taulukossa 22. Kuvassa 12 esitetyn verkoston keskimääräisen ikäjakauman mukaisesti käytännössä vuoteen 2030 mennessä saneerattavaa on vähemmän, koska verkoston rakennusvolyyymi on merkittävästi kasvanut 1970-luvulta alkaen ja oletettavaa on, että iso osa 1960-luvun putkista on jo saneerattu kyseisen aikakauden asennuslaadussa havaittujen puutteiden takia. Johtuen epävarmuustekijöistä verkoston ikäjakaumien määrittämisessä ja, koska pitoaika vaihtelee asennustyön laadusta, materiaaleista ja rakentamisolosuhteista johtuen, verkoston investointitarpeet on jaettu tasaisesti koko 20 vuoden aikajaksolle. Tässä esitetty, pidemmän aikavälin saneeraustaso antaa laitoksille liikkumavaraa saneerausintensiteetin ajoittumisen asettamiselle. Tällöin saneerausvolyyymi voidaan myös pitää koko tarkastelujakson aikana matalammalla tasolla, eikä yhtäkkistä saneeraustason korottamista välttämättä tarvita. Kansallisessa mittakaavassa riittävä saneerausvolyyymi on nyt tehtyyn arvioon perustuen laskennallisesti noin 1,1 % kokonaisverkostopituudesta/vuosi. Mikäli saneeraustasoja ei tämän vuosikymmenen alussa nosteta esitetylle tasolle ja saneeraustasoja kasvatetaan vasta vuonna 2030, tulee verkoston saneeraustasojen nousta suoraan noin 2,3 % tasolle.

Kyselyyn vastanneilla vesihuoltolaitoksilla niiden verkoston ikäjakaumaan perustuva laskennallinen saneerausvelan määrä on 60 vuoden pitoaikaoletuksella vähäinen. Saneerausvelkaa on muodostunut vesijohtoverkoston osalta vain kokoluokan 1 laitoilla 1,3 % ja HSY:llä noin 8 % verran. HSY:n verkostoista iso osa on rakennettu huomattavasti muita vesihuoltolaitoksia aikaisemmin aikana, jolloin verkostot olivat materiaaleiltaan kestävämpiä kuin tyypillisesti muita vesihuoltolaitoksia perustettaessa yleisesti käytössä olleet putkimateriaalit. Näin ollen laskennallinen pitoaikaoletukseen perustuva saneerausvelka-arvio ei välttämättä kuvaa todellista saneeraustarvetta. HSY:n tapauksessa laskennallisen saneeraus-

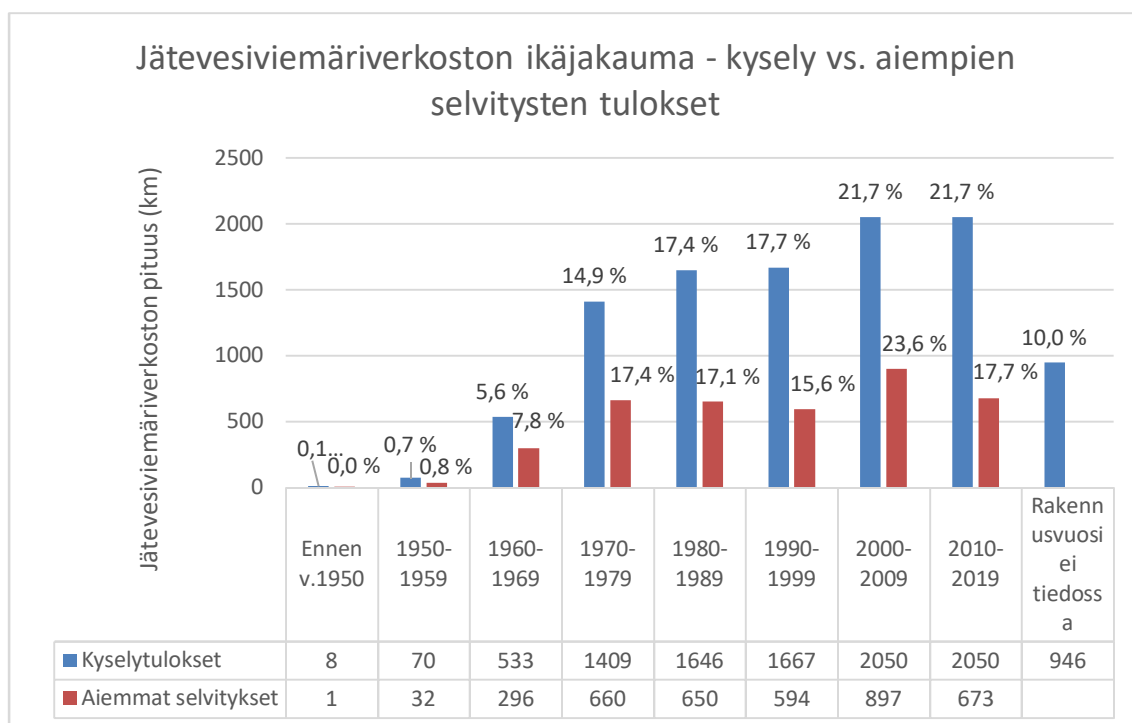
velan määrä on näinkin vähäinen sen poikkeuksellisen laajasta toiminta-alueesta ja verkoston verrattain vanhasta iästä huolimatta, koska alue tiivistyy jatkuvasti, minkä vuoksi verkostoa saneerataan paljon.

**Taulukko 22.** Vesijohtoverkoston saneeraustarvearvio.

Laitoskokoluokka	Vesijohtoverkosto-omaisuus (km)	Saneerattava verkstopituus vuoteen 2040 mennessä (km)	Saneerausinvestointitarve vuoteen 2040 mennessä
HSY	3 097	1 211	1 354 M€
Luokka 1	37 174	9 542	2 457 M€
Luokka 2	23 706	5 606	1 157 M€
Luokka 3	19 154	4 650	360 M€
Luokka 4	28 756	3 537	205 M€
Summa	111 887	25 116	5 533 M€

Keskimääräisten ikäjakaumien perusteella jätevesiviemäriverkostoista tulee 50 vuoden pitoaikaoletuksella saneerattavaksi noin 40 % (kuva 13). Tämä tarkoittaa, että kaikki ennen vuotta 1990 rakennetut verkoston osat oletetaan saneerattaviksi vuoteen 2040 mennessä. Vesijohtojen osalta muovi on tullut pääasialliseksi verkostomateriaaliksi jätevesiviemäreitä aiemmin. Jätevesiviemäriverkostoista 50 % oli muovisia vasta 1990-luvun alussa, kun taas vesijohtoverkoston osalta vastaava tilanne saavutettiin jo 20 vuotta aiemmin (Maa- ja metsätalousministeriö 2008). Paineettomissa jätevesiviemäreissä vuotovesiä päätyy verkostoon ja sitä kautta ne vaikuttavat merkittävästi verkostojen, pumppaamoiden ja jätevedenpuhdistamoiden kuormaan ja kapasiteetteihin, mikä myös osaltaan edellyttää vesijohtoverkostoja aikaisempaa saneeraukseen ryhtymistä. Jäteveden laatu, kuten pH ja lämpötila vaihtelee, mikä nopeuttaa putkimateriaalien kulumista. Kuntotutkimuksia ja siten ennaltaehkäisevää kunnossapitoa tehdään edelleen vähäisesti, minkä vuoksi viemäriverkoston toimintaan vaikuttavia toiminnallisia häiriöitä, kuten puiden juuria, saostumia ja muiden materiaalien kertymiä ei havaita ajoissa. Jätevesiviemärit voivat vuotaa myös ulospäin, mikä aiheuttaa riskin pohjaveden laadulle ja ihmisten terveydelle. (Rantanen 2017)

Johtuen jätevesiviemäreiden alhaisemmasta pitoaikaoletuksesta saneerausvelkaa on kyselyotannon perusteella noin 6 % verkstopituudesta. Laskennallisesti saneerausvelkaa on otannon perusteella vähiten kokoluokan 2 vesihuoltolaitoksissa, jotka ovatkin tiukentuneitten ympäristölupaehdojen takia saneeranneet verkostojaan vuotovesimäärän vähentämiseksi.



**Kuva 13.** Jätevesiviemäriverkostojen keskimääräinen ikäjakauma kyselytulosten ja AFRY Finland Oy:n konsulttitöiden perusteella (HSY ei mukana).

Jätevesiviemäreiden saneerausinvestointitarpeet on esitetty taulukossa 23. Jätevesiviemäriverkoston osalta tarvittava saneerausvolyyymi on korkeampi johtuen verkoston oletetusta lyhyemmästä pitoajasta. Laskennallisesti tarvittava saneerausinvestointitaso on 1,9 % kun saneeraustarve jaetaan tasaisesti seuraavan 20 vuoden ajalle. Mikäli saneeraustasoa kasvatetaan vasta vuonna 2030, tulee vuotuisen saneerausvolyymin kattaa noin 4 % kokonaisverkostopituudesta.

**Taulukko 23.** Jätevesiviemäriverkostojen saneeraustarvearvio.

Laitoskokoluokka	Jätevesiviemäriverkosto-omaisuus (km)	Saneerattava verkostopituus vuoteen 2040 mennessä (km)	Saneerausinvestointitarve vuoteen 2040 mennessä
HSY	2 903	1 286	1 235 M€
Luokka 1	24 047	9 832	2 296 M€
Luokka 2	10 793	4 155	721 M€
Luokka 3	8 173	3 249	223 M€
Luokka 4	6 723	1 453	63 M€
Summa	52 639	19 822	4 538 M€

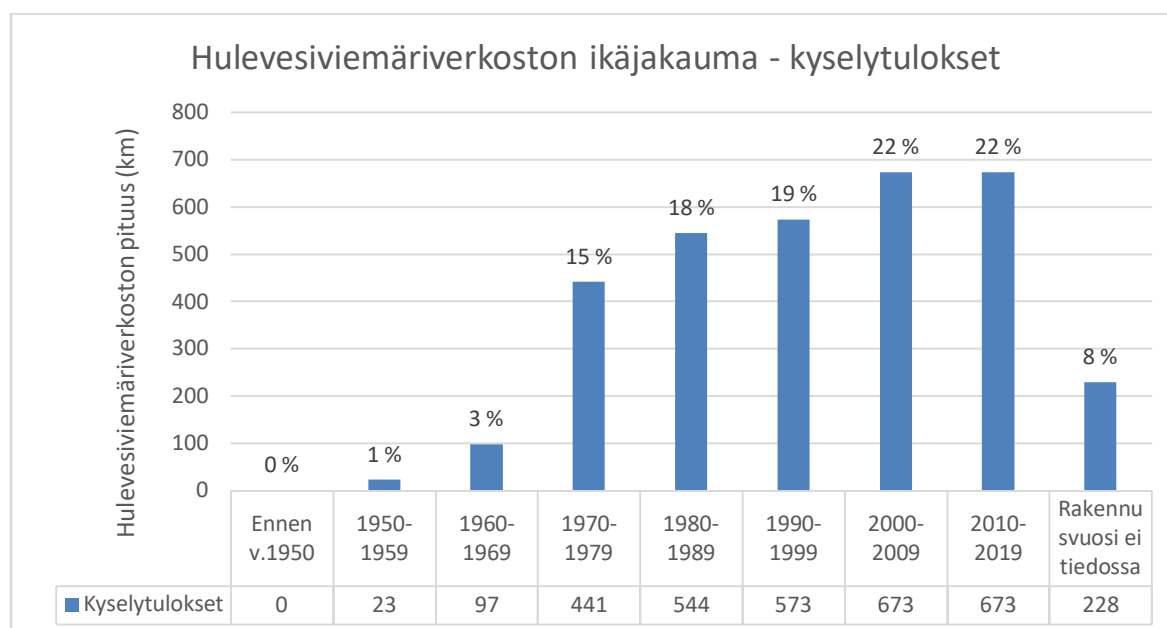
Taulukossa 24 on esitetty jätevedenpumppaamoiden saneerausinvestointitarvelaskelma. Kyselytulosten ja ulkopuolisten asiantuntija-arvioiden perusteella todettiin, että pumppaamoiden tekniikan pitoajat ovat 15–20 vuotta, kun taas pumppaamon rakenteilla 20–30 vuotta. Suurilla pääpumppaamoilla rakenteiden keskimääräinen pitoaika on tätä pidempi.

Ulkopuolisten asiantuntija-arvioiden mukaan laitoskokoluokkien 1–3 jätevedenpumppaamoiden kokonaismäärä on suuruusluokassa 10 000–30 000. Tunnuslukuperusteisen (pumppaamoita/jätevesiviemäriverkoston kokonaispituus) arvio luokkien 1–3 + HSY jätevedenpumppaamoiden kokonaismäärästä on noin 13 000. Taulukon 23 tulokset on laskettu oletuksella, että laitoskokoluokissa 1–3 on jätevedenpumppaamoita noin 15 000.

**Taulukko 24.** Jätevedenpumppaamoiden saneeraustarvearvio.

Laitoskokoluokka	Jätevedenpumppaamoiden lukumäärä	Saneerausinvestointitarve vuoteen 2040 mennessä
HSY	515	52,5 M€
Luokka 1	7 500	144 M€
Luokka 2	4 500	87 M€
Luokka 3	3 000	58 M€
Luokka 4	21 800	54,5 M€
Summa	37 315	396 M€

Hulevesiviemäriverkostojen saneeraustarve on pidemmästä pitoajasta johtuen vähäisempi. Selvityksessä tehdyn 70 vuoden pitoaikaoletuksen perusteella vain noin 3,7 % hulevesiviemäreistä tulee saneerausikään vuoteen 2040 mennessä (kuva 14).



**Kuva 14.** Hulevesiviemäriverkostojen keskimääräinen ikäjakauma kyselytulosten perusteella (HSY ei mukana).

Hulevesiviemäriverkostojen saneerausinvestointitarpeet on esitetty taulukossa 25. Hulevesiviemäreiden osuus verkostosaneerauksien volyymistä on siten hyvin marginaalinen johtuen verkostolle oletetusta pitkästä käyttöiästä ja pienestä määrästä suhteessa vesijohto- ja jätevesiviemäriverkoston. Saneerausvelkaa ei hulevesiviemäriverkoston osalta ole ehtinyt muodostua.

**Taulukko 25.** Hulevesiviemäriverkostojen saneeraustarvearvio.

Laitoskoko- luokka	Hulevesiviemäriver- kosto-omaisuus (km)	Saneerattava verkostopi- tuus vuoteen 2040 men- nessä (km)	Saneerausinvestointi- tarve vuoteen 2040 mennessä
HSY	2 547	41	26 M€
Luokka 1	6 934	258	67 M€
Luokka 2	795	27	4 M€
Luokka 3	115	3	0,2 M€
Luokka 4	0	0	0
Summa	10 391	328	97 M€

Yllä esitetyt investointitarvearviot osoittavat, että seuraavan 20 vuoden aikana vuotuisten verkostoihin kohdistuvien investointien pitäisi olla kansallisessa mittakaavassa noin 480 miljoonaa euroa/vuosi. Tämän lisäksi jätevedenpumppaamoiden saneerausinvestointitarvearvio on lähes 24 miljoonaa euroa vuosittain.

#### 4.1.7 Vesisäiliöiden investoinnit

Viimeisin tilastotieto, joka on saatavissa ylävesisäiliöiden määrästä, on vuodelta 1998. Tuolloin Suomessa oli vesitorneja 339 ja niiden yhteistilavuus oli noin 357 000 m<sup>3</sup>. (Lapinlampi & Raassina 2002) Asiantuntija-arvioihin perustuen Suomessa perusteellisia vesitornien saneerauksia tehdään vuosittain 10–20. Eri laajuisille saneerauksille pyydettiin asiantuntija-arviot perustuen toteutuneisiin urakoihin. Näiden noin 30 hankkeen perusteella määritettiin kuutioperusteiset hinta-arviot eri laajuisille saneerauksille suurille ja pienille torneille erikseen.

Tuloksia tulkittaessa on otettava huomioon, että vesitornien saneerauskustannukset vaihtelevat hyvin merkittävästi riippuen muun muassa betonirakenteiden kunnosta, säiliön koosta ja korkeudesta sekä siitä, kuinka mittava saneeraus ylipäättään on esimerkiksi julkisivun, sähköistyksen, instrumentoinnin, automaation, putkistojen ja ilmanvaihdon ym. tekijöiden osalta. Investointitarpeet arvioitiin seuraavien oletuksien perusteella:

- Vuosittain kymmenen keskisuuren (1000 m<sup>3</sup>) vesitornin perusteellinen saneeraaminen
  - 4,2 M€/vuosi, 89 M€ vuoteen 2040 mennessä
- Kaksi keskisuuren (1000 m<sup>3</sup>) vesitornin uutta vesitornia vastaavan laajuista saneerausta
  - 2,6 M€/vuosi, 54,6 M€ vuoteen 2040 mennessä

Näiden oletuksien perusteella vesitorneihin kohdistuva kokonaisinvestointitarve on 6,8 M€/vuosi eli 143,6 M€/vuoteen 2040 mennessä.

## 4.2 Kokonaisinvestointitarve ja vesihuolto-omaisuuden arvo

Kaikki edellä luvuissa 4.1.1 ja 4.1.3–4.1.7 esitetyt investointitarpeet on esitetty kootusti taulukossa 26. Nämä investointitarvearviot eivät siten kata arvioita mahdollisista lainsäädännön



muuttumisen aiheuttamista investointitarpeista. Oikeanpuolimmaisessa sarakkeessa on esitetty keskimääräinen vuosittainen kokonaisinvestointitarvearvio.

**Taulukko 26.** Vesihuollon investointitarvearvio 2020–2040.

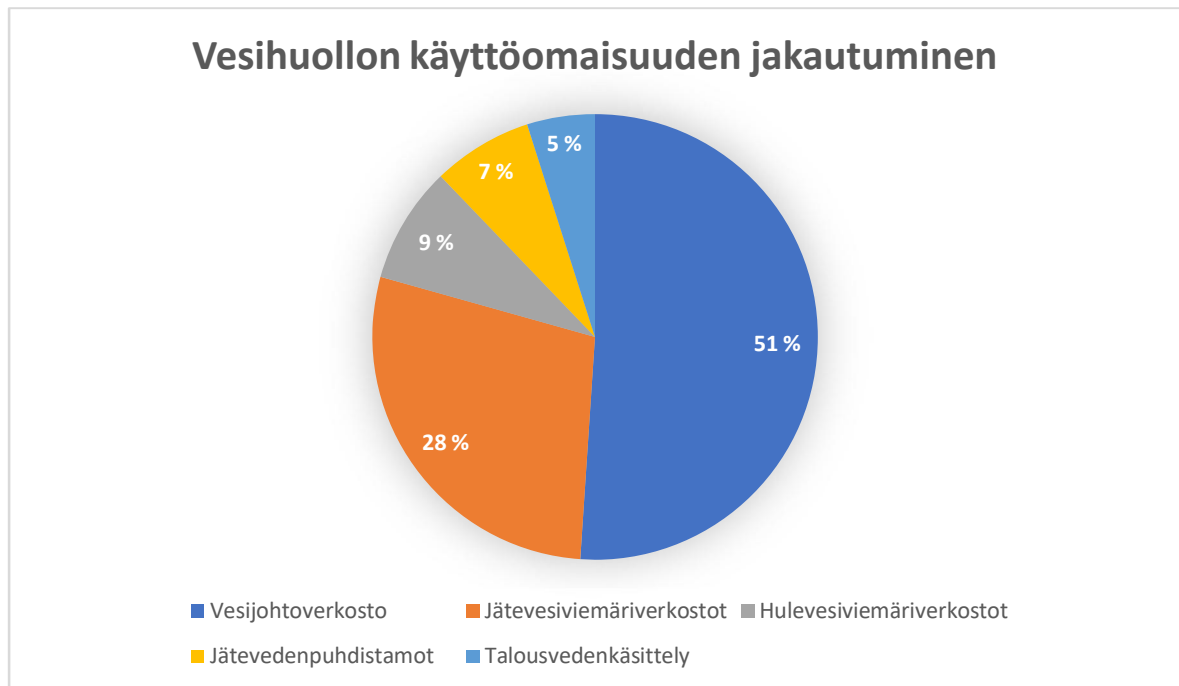
Käyttöomaisuus	Saneerausinvestointitarve (M€) vuoteen 2040	Uusinvestointitarve (M€) vuoteen 2040	Kokonaisinvestointitarve (M€/vuosi)
<b>Vesijohtoverkosto (summa)</b>	5522	967	309
HSY	1354	313	79
Luokka 1	2446	426	137
Luokka 2	1157	71	59
Luokka 3	360	29	19
Luokka 4	205	128	16
<b>Siirto- ja yhdysjohdot</b>		82	4
<b>Jätevesiviemäriverkosto (summa)</b>	4527	880	257
HSY	1235	295	73
Luokka 1	2285	380	127
Luokka 2	721	36	36
Luokka 3	223	25	12
Luokka 4	63	144	10
<b>Jätevedenpumpppaamot</b>	396	53	21
<b>Siirto- ja yhdysjohdot</b>		60	3
<b>Hulevesiviemäriverkosto (summa)</b>	97	195	14
HSY	26	153	9
Luokka 1	67	42	5
Luokka 2	4		
Luokka 3	0,2		
<b>Pintavesilaitokset</b>	314	550	41
HSY	63	500	27
Luokka 1	237	50	14
Luokka 2	6		0,3
Luokka 3	8		0,4
<b>Tekopohjavesilaitokset</b>	132	47	9
Luokka 1	132	47	9
<b>Pohjavedenottamot</b>	685	60	35
Luokka 1	489	60	26
Luokka 2	154		7
Luokka 3	21		1
Luokka 4	21		1
<b>Vesitornit</b>	144		7
<b>Jätevedenpuhdistamot</b>	1150	462	77
<b>SUMMA</b>	12 967 M€	3 356 M€	777 M€/vuosi

Vesihuollon käyttöomaisuuden arvonmääritykset tehtiin niiden saneerausarvoon perustuen, minkä vuoksi käytettiin termiä saneerausarvo. Koko vesihuolto-omaisuuden saneerausarvoksi saatiin noin 42,3 miljardia euroa. Aiemmin on esitetty oletettavasti nykykäyttöarvossa mitattuna 10 miljardin euron arviota Suomen koko vesihuolto-omaisuuden arvosta. Verraten näiden tulosten välistä eroa karkeaan arvioon arvonmäärityssuureiden välisestä suhteesta (kuten luvussa 1.2 esitettiin), voidaan todeta arvion olevan oikeassa suuruusluokassa. Taulukossa 27 on esitetty selvityksessä määritettyjen käyttöomaisuusluokkien saneerausarvo sekä käyttöomaisuuden määrän ja arvon suhteena määritetyt yksikköhinnat. Edeltävän osuuden tuloksia on koottu kolmanteen sarakkeeseen, jossa on esitetty se osuus kunkin käyttöomaisuusluokan saneerausarvosta, joka tulee saneerattavaksi vuoteen 2040 mennessä.

**Taulukko 27.** Vesihuolto-omaisuuden saneerausarvo, käyttöomaisuusluokkien saneerauksen keskimääräiset yksikköhinnat ja saneerattava osuus.

Käyttöomaisuus	Koko saneerausarvo (M€)	Yksikköhinta (€/m tai €/m <sup>3</sup> )	%-osuus saneerattava vuoteen 2040 mennessä
Vesijohtoverkosto	21 100 M€	190 €/m	26 %
Vesitornit	337 M€	1 000 €/m <sup>3</sup>	43 %
Jätevesiviemäriverkosto	11 700 M€	225 €/m	39 %
Jätevedenpumpapaamot	610 M€	16 400 €/pumpapaamo	65 %
Hulevesiviemäriverkosto	3 500 M€	336 €/m	3 %
Pintavesilaitokset	416 M€	2,74 €/m <sup>3</sup>	82 %
Tekopohjavesilaitokset	220 M€	3,44 €/m <sup>3</sup>	60 %
Pohjavedenottamot	1 400 M€	6,48 €/m <sup>3</sup>	50 %
Jätevedenpuhdistamot	3 000 M€	6,30 €/m <sup>3</sup>	39 %
<b>Summa</b>	<b>42 300 M€</b>		<b>31 %</b>

Kuvassa 15 on esitetty taulukon 25 arvonmäärityksen tulokset prosentuaalisina osuuksina osoittaen arvion vesihuollon käyttöomaisuuden arvon jakautumisesta verkostojen ja laitosomaisuuden välillä.



**Kuva 15.** Vesihuollon käyttöomaisuuden saneerausarvon jakautuminen eri luokkien välillä.

## 5 Tulosten käsittely ja arviointi

### 5.1 Investointitarvetason vertailu aiempien selvitysten tuloksiin

Tässä selvityksessä vesihuolto-omaisuuden saneerausarvoksi määritettiin 42,3 miljardia euroa. Koska vastaavaa arviota ei ole Suomessa aiemmin tehty, tätä tulosta verrattiin Ruotsin ja Norjan vastaavien investointitarveselvitysten tuloksiin. Muiden maiden ei arvioitu olosuhteiltaan vastaavan riittävän hyvin Suomea, minkä vuoksi vertailu rajattiin pohjoismaihin. Ruotsin selvityksessä on tehty oletus verkosto-omaisuuden osuudesta vesihuollon kokonaisarvoon nähden. Tämän arvion perusteella verkostot kattavat 70 % vesihuollon koko jälleenhankinta-arvosta. Ruotsin verkosto-omaisuuden arvoksi on määritetty 46 miljardia euroa, jolloin huomioitaessa laitosomaisuus, saadaan vesihuollon kokonaisarvoksi 65,2 miljardia euroa. Kun verrataan tätä nyt tehtyyn arvioon, huomioiden, että Ruotsissa on verkostoja 20 % enemmän kuin Suomessa, voidaan todeta Ruotsin kokonaisarvion olevan n. 25 % korkeampi. Verkosto-omaisuuden arvon osalta arvioiden voidaan kuitenkin todeta vastaavan hyvin toisiaan, sillä nyt tehdyn selvityksen perusteella Suomen vesihuoltoverkostojen saneerausarvo on noin 36,3 miljardia euroa. Norjassa koko julkisen vesihuolto-omaisuuden arvoksi on arvioitu noin 73,7 miljardia euroa. (Svenskt Vatten 2017, Norsk Vann 2017) Merkittävää eroa Suomeen ja Ruotsiin selittää maan korkeampi hintataso.

Verrattaessa laskennan tuloksena saatua verkosto-omaisuuden saneerausarvoa aiemmin määritettyyn, voidaan nyt tehdyn arvion todeta olevan huomattavasti aiemmin esitettyä suurempi. Aiemmin verkosto-omaisuuden arvoksi on asiantuntija-arvioihin perustuen määritetty 6,5 miljardia euroa (RIL 2019). Aiemmasta selvityksestä ei käynyt ilmi mitä arvonmää-

ritysmenetelmää on sovellettu, mutta oletettavasti kyseessä on nykyarvon määrittäminen. Kun lasketaan tämän aiemman arvion pohjalta keskimääräinen vesihuoltoverkostojen yksikköhinta, saadaan arvoksi noin 40 €/m. Nyt tehdyn arvion mukainen, koko maan keskimääräinen saneerauksen yksikköhinta on noin 210 €/m. Koska valtaosa (noin 85 %) vesijohtoverkostoista on muiden kuin osuuskuntien omistuksessa, on keskihinta suurusluokaltaan oikea. Tämä vastaa myös aiempaa 60 vesihuoltolaitoksen otantaan perustuvaa keskimääräistä yksikköhintaa, 160–190 €/m ottaen huomioon, että hintataso on edellisestä arviosta kohonnut (Maa- ja metsätalousministeriö 2008).

Tämän selvityksen tuloksena päädyttiin arvioon vesihuoltoverkostojen investointitarpeesta. Seuraavan 20 vuoden ajalle saneerausinvestointitarvearvio on 10,15 miljardia euroa, eli noin 480 M€/vuosi. Ruotsissa saneerausinvestointitarvearvio on 2017–2037 väliselle ajanjaksolle 7,61 miljardia euroa matalan skenaarion perusteella. Korkean skenaarion mukainen investointitarvearvio on noin 10,95 miljardia euroa. Näin ollen nyt tehty investointitarvearvio on Ruotsin arviota korkeampi. Ruotsin selvityksen mukaan sen oma arvio on matala verrattuna Norjan investointitarvearvioon. Norjassa vesihuoltoverkostoille on esitetty saneerausinvestointitarvearvio 13,7 miljardia euroa siitä huolimatta, että Norjassa vesihuoltoverkostoja on Suomea vähemmän (n. 95 000 km). (Svenskt Vatten 2017, Norsk Vann 2017, Norsk Vann 2014)

Tässä selvityksessä vesijohtoverkoston osalta vuotuisiksi saneerausvolyymitarpeeksi määritettiin 1,1 % ja jätevesiviemäriverkoston osalta 1,9 %. Osassa aiemmista arvioista on enustettu nyt arvioitua suurempaa saneeraustarvetta (RIL 2019, Laakso ym. 2018a). Tarvittavia vesihuoltoverkostojen saneerausvolyymeja on arvioitu vuosituhaten vaihteesta lähtien, eivätkä saneeraustasot ole enää vuoden 2008 jälkeen olleet arvioidun tarpeen mukaisia. Nämä aiemmin arvioidut saneerausvolyymit eivät ole toteutuneet, mutta nykytarve on viime aikoina esitettyä arviota 2–3 %/vuosi vähäisempi. Vuoden 2008 tarvearvio sen sijaan vastaa hyvin nyt määritettyä tarvetta. Tuolloin arvioitiin, että seuraavien 20 vuoden ajalle riittävä saneerausvolyyymi olisi vesijohtoverkoston osalta 1,1 % ja jätevesiviemäriverkoston osalta 1,9 % luokkaa. Arvio ulottuu vain vuoteen 2028 saakka ja valtaosa ajanjaksosta on jo ohitettu ja saneeraustasot ovat tänä aikana olleet alle puolet tuolloin esitetystä. Tuolloisen arvion pitoaikaoletuksia ei tunneta, mutta luultavaa on, että ne on arvioitu nyt esitettyä matalammiksi etenkin vesijohtoverkoston osalta. Vuonna 2018 esitettiin, että saneeraustasot tulisi kuluvan vuosikymmenen aikana nostaa kummankin verkoston osalta 1,6–1,7 % suuruisiksi. Nyt esitetyt arviot vastaavat melko hyvin aiemmin esitettyjä arvioita muuten paitsi pitoaikaoletus on varsinkin vesijohtoverkoston osalta nyt aiempaa korkeampi.

Vesihuoltoverkostojen uusinvestointitarpeita ei ole aiemmin kansallisesti arvioitu, eikä tulosten vertaaminen muihin pohjoismaihin ole perusteltua väestömäärään kehityksien erotessa maiden välillä. Ennustevertailukohtaa ei siten ole nyt tehdyllä arviolle. Tiedossa olevien 2000-luvulla toteutuneiden verkostojen rakennusmäärien avulla voidaan arvioida toteutunutta uusinvestointien tasoa. Näiden tietojen perusteella voidaan todeta vesihuoltoverkostojen laajenemisen olevan jo nykyisellään huomattavasti 2000-luvun alkua vähäisempää, sillä kasvu on laskenut jopa alle puoleen tuolloisesta tasosta. Tähän asti Suomen väkiluku on jatkuvasti kasvanut, mutta uusimman väestöennusteen mukaan väkiluku kääntyy laskuun vuonna 2031. Näin ollen, nyt tehdyn arvion perusteella verkostopituuden kasvu edelleen noin puolittuu nykytasoon nähdessä seuraavien 20 vuoden aikana.

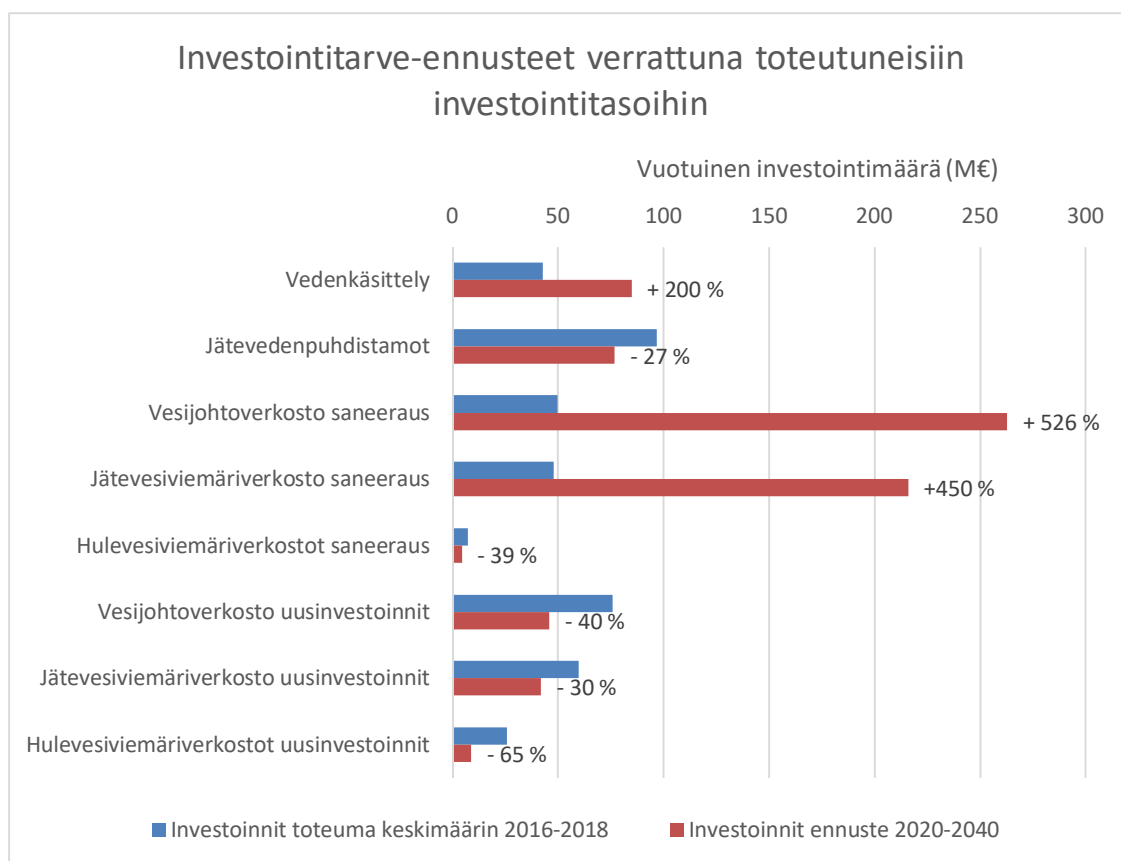
Tämän selvityksen yhteydessä talousvedenkäsittelyn laitosomaisuuden saneerausarvoksi määritettiin 2,04 miljardia euroa. Jätevedenpuhdistamoiden saneerausarvoksi puolestaan määritettiin 2,95 miljardia euroa. Näitä tuloksia voidaan verrata vesihuoltotilastojen mukaisesti, 30 vuoden aikana aikavälillä 1970–2000 toteutuneisiin investointeihin. Kyseisellä aikavälillä investointeja jätevedenpuhdistamoihin on tehty 2,19 miljardin euron edestä (nykyrahassa). Talousvedenkäsittelyyn puolestaan on vesihuoltotilastojen ja niitä täydentävien oletuksien mukaan käytetty noin 1,22 miljardia euroa. (Lapinlampi & Raassina 2002) Jätevedenpuhdistuksen osalta ero on siten noin 25 %, mutta talousvedenkäsittelyn osalta ero muodostuu suuremmaksi. Talousvedenkäsittelyyn kohdistuneet investoinnit perustuvatkin karkeaan arvioon (ks. kappale 2.1.2). Eroa osaltaan selittää myös se, että 2000-luvun kuluessa laitosomaisuuden määrä on ollut ennemminkin lisääntymään kuin vähenemään päin.

Vedenkäsittelyn osalta arvio saneerausinvestointitarpeen kokonaismäärästä on noin 1,16 miljardia euroa. Ruotsissa on päädytty vedenkäsittelyn saneeraustarvearviossa saman kokoluokan arvioon: 1,56 miljardia euroa. Norjassa vastaavaksi summaksi on arvioitu 1,7 miljardia euroa. Jätevedenpuhdistamoiden osalta saneerausinvestointitarpeeksi arvioitiin tässä selvityksessä 1,15 miljardia euroa. Ruotsin selvityksessä ei ole eroteltu tuloksia uus- ja saneerausinvestointeihin, vaan jätevedenpuhdistamoiden kokonaisinvestointitarpeeksi on arvioitu 4,06 miljardia euroa, mikä sisältää myös lainsäädäntökehitykselle tehdyt investointitarvearviot. Norjassa puolestaan jätevedenpuhdistamoiden saneerausinvestointiarvioksi on esitetty 1,88 miljardia euroa. Maiden välisiä eroja selittää myös se, että jätevedenkäsittelyn tavoite- tasot ovat erilaiset. Esimerkiksi Norjassa herkille vesialueille jätevetensä purkavat kemialliset jätevedenpuhdistamot on investointitarvearviossa oletettu lainsäädännön nojalla päivitettäväksi sekundäärivaiheen käsittäviksi puhdistamoiksi. (Norsk Vann 2017, Svenskt Vatten 2017) Jäteveden puhdistusvaatimukset ovat Norjassa huomattavasti Suomea lievemmat, minkä vuoksi olemassa olevan jätevedenkäsittelyinfrastruktuurin arvo on oletettavasti suhteessa Suomea pienempi.

OECD on omassa kaikki EU-maat kattavassa vesihuollon investointitarvearviossaan analysoinut investointitarpeita perustuen vesihuoltolaitoksia velvoittaviin EU-direktiiveihin vuoteen 2030 mennessä. Samalla raportissa on esitetty arviot maiden rahoituskapasiteetista investointitarpeiden kattamiseksi. Selvityksen tuloksena havaittiin, että Saksaa lukuun ottamatta kaikissa muissa EU-maissa vesihuollon kulut tulevat kasvamaan vähintään 25 %. Analyysi perustuu kolmeen skenaarioon, joista ensimmäinen ei huomioi lainsäädännön kiristymistä ja perustuu yksinomaan urbaanin väestömäärän kasvuun. Kaksi muuta skenaariota arvioivat omina kokonaisuuksinaan (1) juomavesidirektiivin ja (2) jätevesidirektiivin noudattamiseksi tarvittavat investointitarpeet nyt ja tulevaisuudessa. Ilmastomuutoksen ja haitta-aineiden poiston tuomia kustannusvaikutuksia ei ole huomioitu laskelmissa. Selvityksessä havaittiin merkittäviä eroja eri maiden vesihuoltoon kohdistetuissa investoinneissa asukasmäärään suhteutettuna. Suhteessa Suomen taloudelliseen tilanteeseen, on vesihuoltoon investoitu suhteessa huomattavasti monia muita EU-maita vähemmän. Raportissa yhdeksi suurimmista haasteista sekä talous-, että jäteveden osalta on todettu vesihuollon tehokkuuden parantaminen etenkin verkostojen osalta. Myös Suomen osalta merkittävimmäksi haasteeksi on todettu verkostojen kasvava saneeraustarve. Verkostojen saneeraustarpeen on arvioitu edellyttävän 320 M€/vuosi investointeja vuoteen 2030 mennessä. Nyt esitetty arvio on tätä korkeampi (n. 480 M€), mikä johtuu osittain siitä, että investointitarpeet jaettiin tasaisesti 20 vuoden aikajänteelle, vaikka monilla vesihuoltolaitoksilla saneeraustarve kasvaa voimakkaammin vasta vuodesta 2030 alkaen. Päivitetyin juomavesidirektiivin osuus tulevista inves-

tointitarpeista on Suomen osalta sen sijaan arvioitu marginaaliseksi. Selvityksen johtopäätöksenä Suomen vesihuollon investointitarpeiden esitetään kasvavan 130 M€/vuosi lähtökohdan ollessa raportin mukaan noin 142 M€/vuosi. Tästä lähtöarvosta selvästi puuttuu osa investoinneista, sillä todellinen toteutunut kokonaisinvestointimäärä on noin 400 M€/vuosi (Maa- ja metsätalousministeriö 2015). Raportissa ei ole esitetty selkeästi laskennan yksityiskohtia, minkä vuoksi on hankalaa arvioida mitkä tekijät on otettu huomioon. Raportissa esitetty tarve investointien kasvattamiselle on 86 %, mikä on hyvin lähellä tässä raportissa esitettyä arviota investointitarpeen kaksinkertaistumisesta. On kuitenkin otettava huomioon, että laskelmissa tehdyt oletukset ja huomioituid tekijät eivät ole identtiset. Mikäli verkostosaneerauksia ei ole otettu huomioon OECD:n arviossa, voidaan sen todeta olevan ylimitoitettu, sillä Suomi noudattaa juomavesi- ja jätevesidirektiiviä lähes 100-prosenttisesti. (OECD 2020a, OECD 2020b)

Verrattaessa nyt arvioituja investointitarpeita viime vuosien toteumiin, on huomioitava, että nyt esitetyt luvut ovat tarvearvioita, kun taas aiemmat investointitasot ovat realisoituneet pitkälti vesihuoltolaitosten talouden sallimiin rajoihin. Kuvassa 16 on käsitelty pelkästään ikä- ja kapasiteettiperusteiset investointitarpeet. Koska yhdys- ja siirtojohtoinvestointien, vesitornien ja jätevedenpumppaamoiden toteutuneista investointimääristä ei ollut tietoa aikavälillä 2016–2018, näitä investointeja ei ole käsitelty kuvassa 16. Nämä investoinnit ovat tässä mittakaavassa suhteellisen vähäisiä. Mahdollisista lainsäädännön muutoksista aiheutuvia investointitarpeita (kappale 4.1.2) on analysoitu erikseen. Kuva 16 osoittaa, että merkittävin investointitarpeen kasvu kohdistuu verkostosaneerauksiin. Verkostojen uusinvestointeihin kohdistuvien investointien sen sijaan arvioitiin vähentyvän nykytilanteeseen nähden. Tulevat yksittäiset laitosten uusinvestointihankkeet ovat suuria, mikä nostaa uusinvestointien määrää huomattavasti. Tämä on nähtävissä etenkin talousvedenkäsittelyn osalta. Suurimmat jätevedenpuhdistamohankkeet on käynnistetty jo investointien vertailujaksolla, joten pitkällä aikavälillä jätevedenpuhdistamoihin kohdistuvien ikä- ja kapasiteettiperusteisten investointien ennustetaan hieman vähenevän nykyisestä, koska vastaavan mittakaavan hankkeita ei ollut tiedossa selvitystä tehtäessä.



**Kuva 16.** Investointitarvearvio verrattuna toteutuneisiin investointeihin.

Kokonaisinvestointitarpeen arvioidaan kasvavan 2016–2018 välisen ajan keskiarvosta 408 M€/vuosi (vrt. 400 M€/vuosi MMM mukaan vuonna 2015) tasolle 777 M€/vuosi. Tämä tarkoittaa, että kokonaisinvestointitarve lähes kaksinkertaistuu. Nämä arviot kattavat pelkästään vesihuolto-omaisuuden ikääntymisestä ja kapasiteettitarpeista aiheutuvat investoinnit, ja mikäli tässä selvityksessä käsitellyt lisävaatimukset tulisivat kokonaisuudessaan toteutettaviksi, olisi investointitarve vielä nyt esitettyä korkeampi. Kokonaisuudessaan nämä, kappaleessa 4.1.2 esitetyt tekijät aiheuttaisivat noin 1,67 miljardin euron lisäinvestointitarpeen (79,5 M€/vuosi), eli investointitarve kasvaisi edellä arvioidusta vielä noin 10 %. Mikäli vesihuoltomaksuja tulisi kasvattaa investointitarpeen kasvun suhteessa, tulisi vesihuoltomaksut siten myös lähes kaksinkertaistaa investointien kattamiseksi. Vesihuollon liikevaihdon tulisi investointien ohella kattaa vesihuoltolaitosten käyttökustannukset. Viime vuosina keskimääräinen käyttökustannus on ollut laskutettuun vesimäärään suhteutettuna noin 1,8 €/m<sup>3</sup> (perustuen tietoon noin 30 vesihuoltolaitokselta) (Vesilaitosyhdistys 2019c). Venla-otannan perusteella vesihuollon kokonaisliikevaihto on ollut viime vuosina noin 970 M€/vuosi. Tieto kattaa noin 130 vesihuoltolaitosta ja kattaa hyvin suurimmat vesihuoltolaitokset, mutta pienimmiltä vesihuoltolaitoksilta tietoa ei ole kootusti saatavilla. Vuonna 2003 vesihuollon kokonaisliikevaihdon suuruudeksi on arvioitu 800 M€/vuosi (Maa- ja metsätalousministeriö 2005). Verrattaessa näitä arvioita tehtyyn investointitarvearvioon, voidaan todeta nykyisen liikevaihdon olevan riittämätön investointien ja muiden kulujen kattamiseksi.

Suhteutettaessa nyt määritetyt investointitarpeet tutkimusaineistoon perustuviin arvioihin vesihuoltoon liittyneiden asukkaiden määrästä (tästä eteenpäin asukasmäärä) sekä arvioihin eri laitoskokoluokkien talous- ja jätevesivolyymeistä, saadaan taulukossa 28 esitetyt tulok-

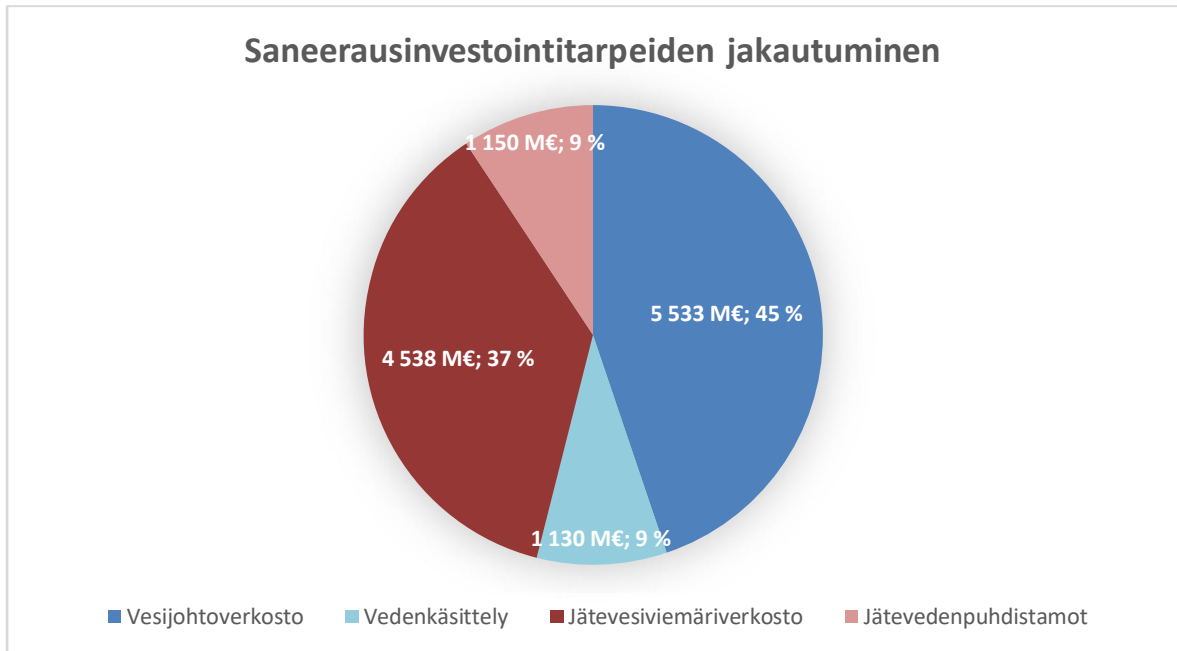
set. On tärkeää ottaa huomioon, että asukasmäärätietoihin sekä talous- ja jätevesivolyymeihin liittyy merkittäviä epävarmuustekijöitä pienimmissä laitoskokoluokissa. Nämä epävarmuustekijät heijastuvat taulukon 28 tuloksiin. Eri luokkien välillä päädytään osin erisuuriin lukujen suhteisiin, kun verrataan kahta sovellettua laskentatapaa. Tarkastelu kuitenkin osoittaa melko hyvin yleisen trendin suurimpien (HSY ja luokka 1) ja pienempien vesihuoltolaitosten välillä. Asukasmäärään suhteutettu tunnusluku osoittaa etenkin jätevesiviemäriverkostoon ja jätevedenpuhdistukseen kohdistuvien investointitarpeiden hyvin selvästi voimakkaamman kasvun pienemmissä laitoskokoluokissa. Investointitarpeet liittyjämääriin verrattuna ovat 50–60 % korkeammat luokissa 2,3 ja 4. Talousveden osalta selvästi tarkin investointitarvearvio saavutettiin pintavesilaitoksilta, jotka painottuvat hyvin voimakkaasti kokoluokkaan 1. Tärkeää on ottaa huomioon myös se, että kokoluokan 4 vesiosuuskunnille verkostot oletettiin suurelta osin iältään nuoremmiksi ja siten niiden investointitarve arvioitiin vähäisemmäksi seuraavien 20 vuoden aikajänteelle. Näin ollen, jos tarkastelujakso ulotetaan esimerkiksi vuoteen 2060, alla esitetyt tunnusluvut muodostuvat luokan 4 osalta nyt esitettyä huomattavasti suuremmiksi.

**Taulukko 28.** Investointitarvearviot laitoskokoluokittain suhteutettuna asukasmäärään, tuotetun talousveden sekä käsitellyn jäteveden määrään.

Laitoskoko- luokka	Tuotettuun talousvesimäärään suhteutettu investointitarve (€/m <sup>3</sup> )	Vesijohtoverkoston liittyjämäärään suhteutettu investointitarve (€/as./vuosi)	Käsiteltyyn jätevesimäärään suhteutettu investointitarve (€/m <sup>3</sup> )	Jätevesiviemäriverkoston liittyjämäärään suhteutettu investointitarve (€/as./vuosi)
HSY	0,9	78	0,6	65
Luokka 1	0,8	56	0,7	78
Luokka 2	1,4	97	1,2	109
Luokka 3	1,0	79	0,9	148
Luokka 4	1,3	93	1,3	162

Kun verrataan verkostojen ja laitosomaisuuden saneerausinvestointitarpeita keskenään, voidaan havaita kuvan 17 mukaiset tulokset. Verkostojen osuus saneerausinvestoinneista on siten noin 80 % ja loput 20 % on arvioitu laitosomaisuuden saneerausinvestointitarpeeksi. Jätevedenpuhdistamoiden osuus investointitarpeesta on lähes sama kuin vedenkäsittelylaitosten johtuen vedenkäsittelylaitosten suuremmasta määrästä ja osittain myös kyselytulosten havainnoista, joiden perusteella voitiin päätellä vedenkäsittelylaitosten olleen saneerauksissa jätevedenpuhdistamoita vähemmällä huomiolla jätevedenpuhdistamoiden tiukkojen lupaehtojen johdosta. Saneeraustarve on ollut vähäisempi myös siksi, että talousvedenkäsittelyä koskevia lainsäädännön tiukentumisia ei ole toistaiseksi tapahtunut.





**Kuva 17.** Saneerausinvestointitarpeiden jakautuminen käyttöomaisuusluokittain.

## 5.2 Tulosten herkkyyssanalyysi

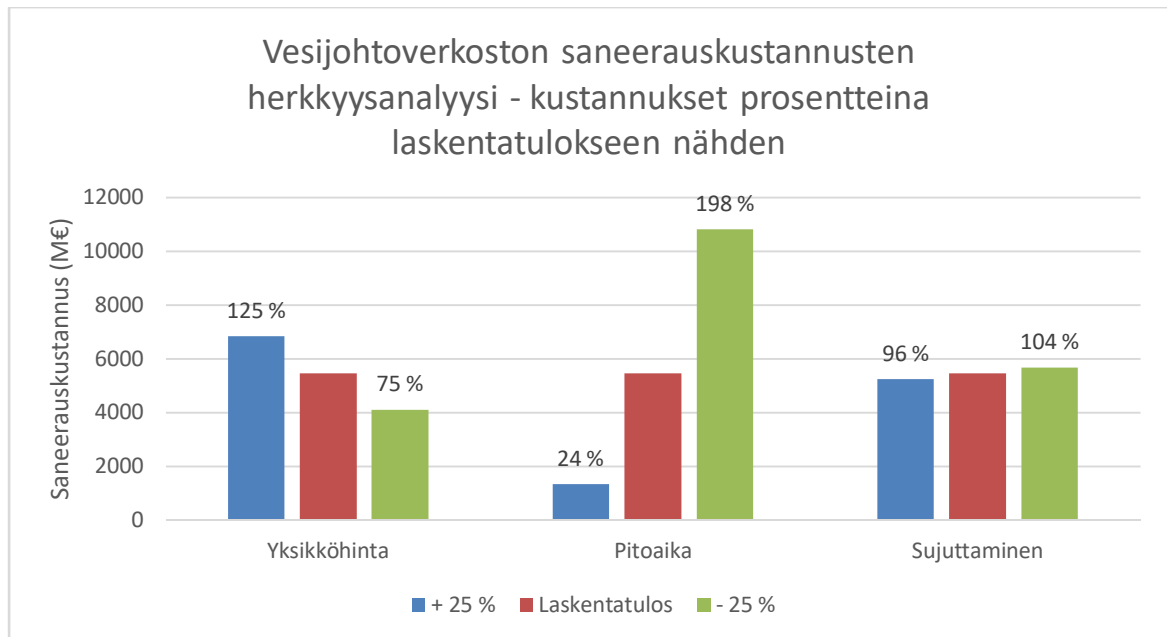
Laskennassa käytettyjen parametrien vaikutusta lopputulokseen analysoitiin herkkyyssanalyysillä. Herkkyyssanalyysissä keskityttiin verkostoihin, koska ne kattavat suurimman osan vesihuolto-omaisuudesta. Laitosomaisuuden osalta mahdolliset muutettavat parametrit vaikuttaisivat kustannuksiin muutoksen suuruudessa suhteessa. Kaikkia alla listattuja laskenta-parametreja testattiin muuttamalla niiden arvoja yksitellen  $\pm 25$  %. Näin saatiin selville laskennan lopputulokseen eniten vaikuttavat parametrit. Lisäksi parametreja muutettiin myös useampia kerrallaan.

Herkkyyssanalyysissä testattavat parametrit ovat:

- verkostojen yksikköhinta
- sujuuttamalla saneerattavien putkien osuus
- verkostojen pitoaika
- verkostojen laajentaminen
- väestönkasvu

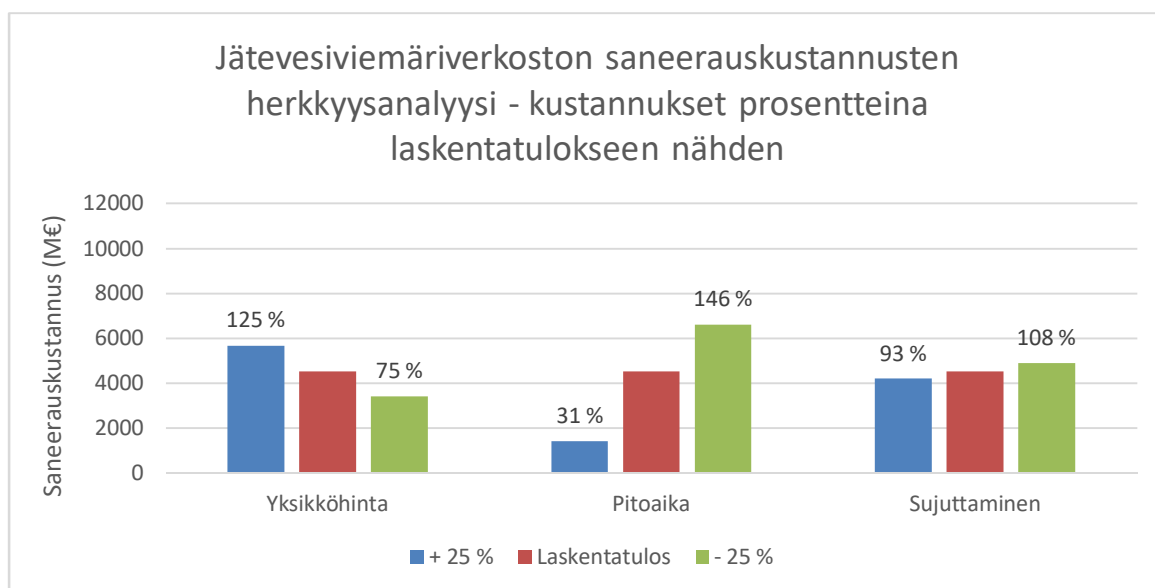
Kuvasta 18 voidaan havaita, että saneerausinvestointimäärään vaikuttaa ylivoimaisesti eniten laskennassa oletettu verkostojen pitoaika. Tässä pitoajan kasvattaminen perusskenaariosta (60 vuotta) 25 %:lla tarkoittaa 75 vuoden pitoaikaoletusta, mikä vuosittaisena saneerausvolyyminä olisi noin 0,22 %. Pitoajan laskeminen 25 %:lla puolestaan tarkoittaa pitoaikana 45 vuotta ja vuotuisena saneerausvolyyminä 2,4 %. Muutettaessa vesijohtoverkostojen yksikköhintoja, vaikutus saneerauskustannukseen on lineaarinen, eli vaikutus on täsmälleen parametrin muutoksen suuruutta vastaava. Mikäli kaikkia tässä tarkasteltuja parametreja muutetaan samanaikaisesti samassa suhteessa pitoaikaa kasvattamalla, yksikköhintaa pienentämällä ja sujutuksien osuutta kasvattamalla saadaan kustannuksien osuudeksi 17 % nyt arvioituun laskentatulokseen verrattuna. Vastaavasti, mikäli pitoaikaa lyhennetään, yksikköhintaa kasvatetaan ja sujutuksien osuutta vähennetään, kustannukset kasvavat laskentatulok-

seen verrattuna 259 %. On kuitenkin hyvin epätodennäköistä, että toisistaan riippumattomina tekijöinä pitoaika ja saneerauskustannuksiin vaikuttavat parametrit ali- tai yliarvioitaisiin yhtäaikaaisesti näin merkittävästi kansallisessa mittakaavassa.



**Kuva 18.** Herkkyyssanalyysin tulokset–vesijohtoverkosto.

Vastaavasti jätevesiviemäriverkoston osalta saneerauskustannuksiin vaikuttaa voimakkaimmin pitoaikaoletus. (kuva 19) Pitoajan kasvattaminen 25 %:lla tarkoittaisi noin 62 vuoden pitoaikaa ja vastaavasti pienentäminen vastaisi noin 37 vuoden pitoaikaa. Pidemmällä pitoajalla tarvittava saneerausvolyyymi olisi 0,6 %/vuosi ja lyhyemmällä 3,1 %/vuosi. Vaikutus ei ole jätevesiviemäriverkoston osalta yhtä suuri kuin vesijohtoverkoston kohdalla, koska pitoaikaoletus oli varsinaisessa laskelmassa alhaisempi jätevesiviemäriverkostolle kuin vesijohtoverkostolle, jolloin saneerattavaksi tulevan verkosto-osuuden pituus ei muodostu yhtä merkittäväksi. Mikäli kaikkia tässä tarkasteltuja parametreja muutetaan samanaikaisesti samassa suhteessa pitoaikaa kasvattamalla, yksikköhintaa pienentämällä ja sujutuksien osuutta kasvattamalla saadaan kustannuksien osuudeksi 22 % nyt arvioituun laskentatulokseen verrattuna. Vastaavasti, mikäli pitoaikaa lyhennetään, yksikköhintaa kasvatetaan ja sujutuksien osuutta vähennetään, kustannukset kasvavat laskentatulokseen verrattuna 197 %.



**Kuva 19.** Herkkyysanalyysin tulokset-jätevesiviemäriverkosto.

Hulevesiviemäreiden osalta tulokset ovat vastaavat yksikköhinnan muuttamisen osalta edellä esitettyjä tuloksia. Pitoajan pidentäminen 25 %:lla tarkoittaisi noin 87 vuoden pitoaikaa. Tällä pitoajalla saneerattavaa verkostoa ei olisi käytännössä lainkaan vuoteen 2040 mennessä. Mikäli pitoaika olisi vastaavasti laskennassa esitettyä lyhyempi (noin 52 vuotta), tulisi hulevesiviemäreistä noin 2400 km saneerattavaksi, mikä tarkoittaisi vuosittain noin 1,1 % saneerausvolyymitarvetta. Saneeraamisen kokonaiskustannus olisi noin 728 M€.

Mikäli verkostojen laajeneminen olisi nyt arvioitua voimakkaampaa, vaikutus uusinvestointiarvioon olisi lineaarinen, eli kustannukset kasvaisivat samassa suhteessa kuin verkostopituus kasvaisi. Tässä muutos on oletettu toteutuvaksi tasaisesti kaikilla samoilla vesihuoltolaitoksilla, joilla alun perinkin oletettiin kasvua. Mikäli verkostopituus kasvaisi enemmän suuremmissa kunnissa, joissa rakentamiskustannukset ovat suuremmat, olisi kustannusvaikutus hieman suurempi kuin 25 %.

Talous- ja jätevedenkäsittelyn näkökulmasta testattiin skenaariota, jossa Suomen väkiluku kasvaisi noin 10 %:lla vuoteen 2040 mennessä ja lisäisi siten laitosten kapasiteettitarvetta samassa suhteessa. Tämä voisi aiheutua esimerkiksi maahanmuuton voimakkaasta lisääntymisestä. Nykyinen väestöennuste olettaa vuosittain 15 000 henkilön verran muuttovoittoa (Tilastokeskus 2019a). Mikäli lisäkapasiteettitarve kohdistuisi kokoluokan 1 vesihuoltolaitoksiin, olisi investointitarve vedenkäsittelyn osalta noin 250 miljoonaa euroa. Tässä lisäkapasiteetin tuotanto on oletettu toteutettavaksi tekopohjavettä ja pintavettä hyödyntäen. Vastaavasti jätevedenpuhdistuksen osalta läisäinvestointitarve olisi noin 380 miljoonaa euroa.

### **5.3 Virhelähteet ja tulosten kattavuus**

Tutkimusaineisto on useiden eri toimijoiden ja yksittäisten henkilöiden tuottamaa, mikä lisää aineiston virhemahdollisuuksia. Aineistossa oli havaittavissa vesihuoltolaitostasolla osin epäjohtonmukaisuuksia esimerkiksi verkostopituuksissa raportointivuosien välillä. Osa näistä tiedoista on myös laitoshenkilökunnan toimesta arvioituja, tarkemman tiedon puuttuessa esimerkiksi verkostopituuksista. Pääsääntöisesti tässä selvityksessä hyödynnetyt tiedot

ovat kuitenkin vesihuoltolaitosten ”perustietoa”, jota on kerätty laitoksilta jo lukuisien vuosien ajan, joten laajassa mittakaavassa virheiden määrän voidaan olettaa olevan vähäinen. Toinen potentiaalinen virhelähde kohdistuu aineiston käsittelyvaiheeseen. Aineistoa on työstetty ja analysoitu runsaasti, minkä myötä aineiston analysoimisessa tapahtuneen virheen mahdollisuus on olemassa, etenkin kun kyse on erittäin laajasta, useasta lähteestä koostetusta aineistosta.

Verkostopituuksien osalta tutkimusaineistosta saatiin kattava otanta, ja tietojen täydentämiset olivat koko mittakaavaan nähden marginaalisia. Myös hulevesiviemäriverkoston osalta otantaa voidaan pitää edustavana, koska se kattaa hyvin suurimmat vesihuoltolaitokset. Hulevesiviemäriverkosto on isoimmissa kunnissa ollut jo pidempään vesihuoltolaitosten omistuksessa, ja tilanne on osittain päivittynyt lainsäädännön muuttumisen myötä. Pienemmissä kunnissa hulevesiviemärit eivät ole alun perinkään olleet vesihuollon, vaan kunnan vastuulla. Lisäksi pienissä kunnissa hulevesiviemäriverkostoa on suhteellisen vähän. Näin ollen otantaa voidaan pitää kattavana myös hulevesiviemäriverkoston osalta.

Verkostojen osalta merkittävämpiä virhelähteitä ovat verkostojen ikäjakauma ja yksikköhinnat. Yksikköhintojen laskennassa käytettiin vesihuoltolaitosten toteutuneiden investointien ja saneerattujen verkostomäärien välistä suhdetta. Tässä yhteydessä mahdolliseksi virhelähteiksi voidaan tunnistaa erot vesihuoltolaitosten tilastoinnin välillä, jotka voivat olla merkittäviä esimerkiksi sen suhteen, mitkä toimenpiteet lukeutuvat saneerauksien piiriin. Käytännöt kustannuksien jakautumisessa katutekniikan ja vesihuollon välillä voivat erota paikoin merkittävästikin. Aineistoa oli vain kolmen vuoden ajalta, jolloin on mahdollista, että yksikköhinnat eivät välttämättä edusta erityyppisiä alueita ja putkikokoja kattavasti. Yksikköhintoja kuitenkin verrattiin aiempiin tuloksiin sekä validoitiin verkostorakentamisen asiantuntijoilla ja vesihuoltolaitosten edustajilla. Lisäksi tulosten herkkyysanalyysissä pystyttiin osoittamaan, että kaikkein merkittävin vaikutus investointitarvearvioon on pitoaikaoletuksella ja siten myös verkostojen ikäjakaumilla.

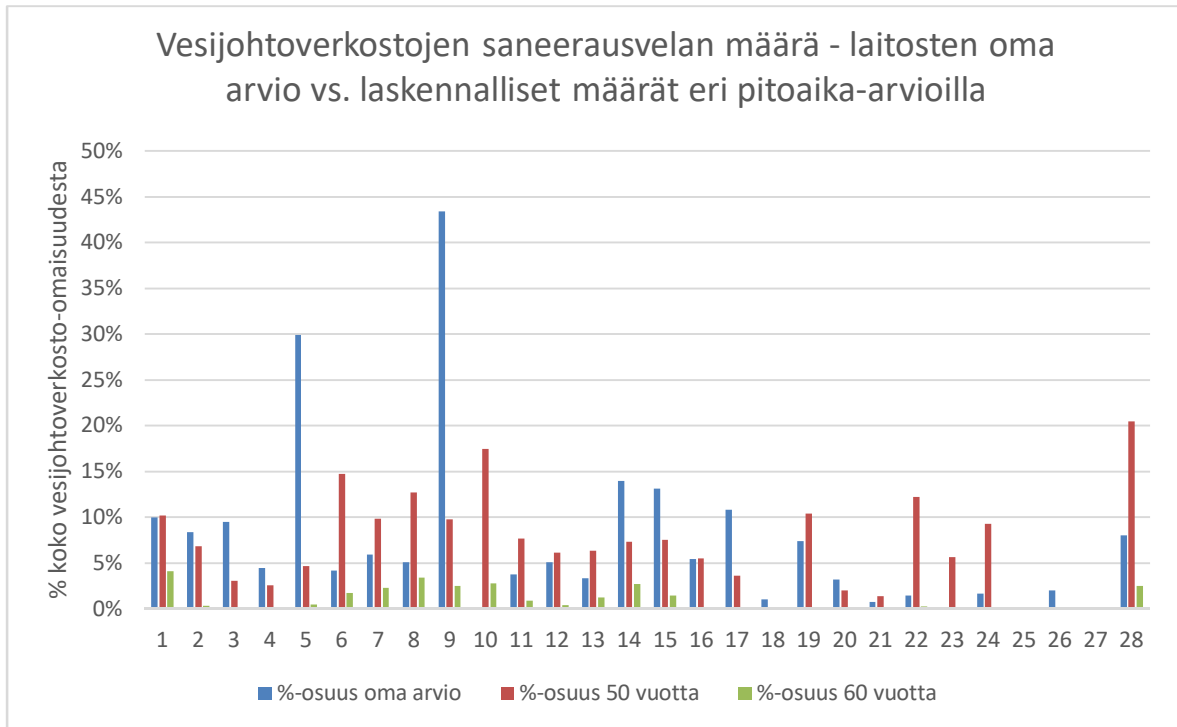
Verkostojen ikäjakaumat ja saneeraustarpeiden ajoittuminen poikkeavat vesihuoltolaitoksien välillä osin merkittävästi (Laakso ym. 2018a). Tässä selvityksessä epävarmuustekijää vähennettiin validoimalla sovellettua ikäjakaumaa useilla eri aineistoilla. Vertailun perusteella havaittiin ero saneerausikäisen verkoston osuuksissa eri aineistojen välillä (ks. kappale 3.7.2). Lopullisessa saneerausinvestointitarpeen laskennassa tätä virhettä korjattiin määrittämällä saneerattavaksi tulevat verkostonosuudet kyselytuloksiin ja AFRY Finland Oy:n konsulttiselvityksiin perustuvien verkostojen ikäjakaumien keskiarvon perusteella, jolloin saatiin ikäjakauma kuvaamaan paremmin keskisuurten ja pienten vesihuoltolaitoksien tilannetta, jotka ovat AFRY Finland Oy:n konsulttitöissä vahvemmin edustettuina kuin kyselytuloksissa. Saneeraustarvearviota laskettiin myös asuinrakennusten ikäjakaumaan perustuen. Vertailun perusteella voitiin todeta, että kansallisessa mittakaavassa ero soveltamalla kyselyaineiston ja AFRY Finland Oy:n konsulttitöiden yhdistelmää sekä asuinrakennusten ikäjakaumaa muodostui marginaaliseksi.

Pitoaika on todettu myös aiempien ennusteiden lopputuloksissa määrääväksi tekijäksi. Verkostojen teknistaloudelliseen käyttöikään vaikuttavia tekijöitä on tutkittu, ja on todettu, että merkittävin yksittäinen vaikuttava tekijä on asennustyön laatu (Laakso 2015). Näin ollen yleispätevän käyttöiän määrittäminen ei kansallisessa mittakaavassa ole mahdollista, jolloin tästä muodostuu väistämätön virhetekijä nyt esitetyille laskelmille.

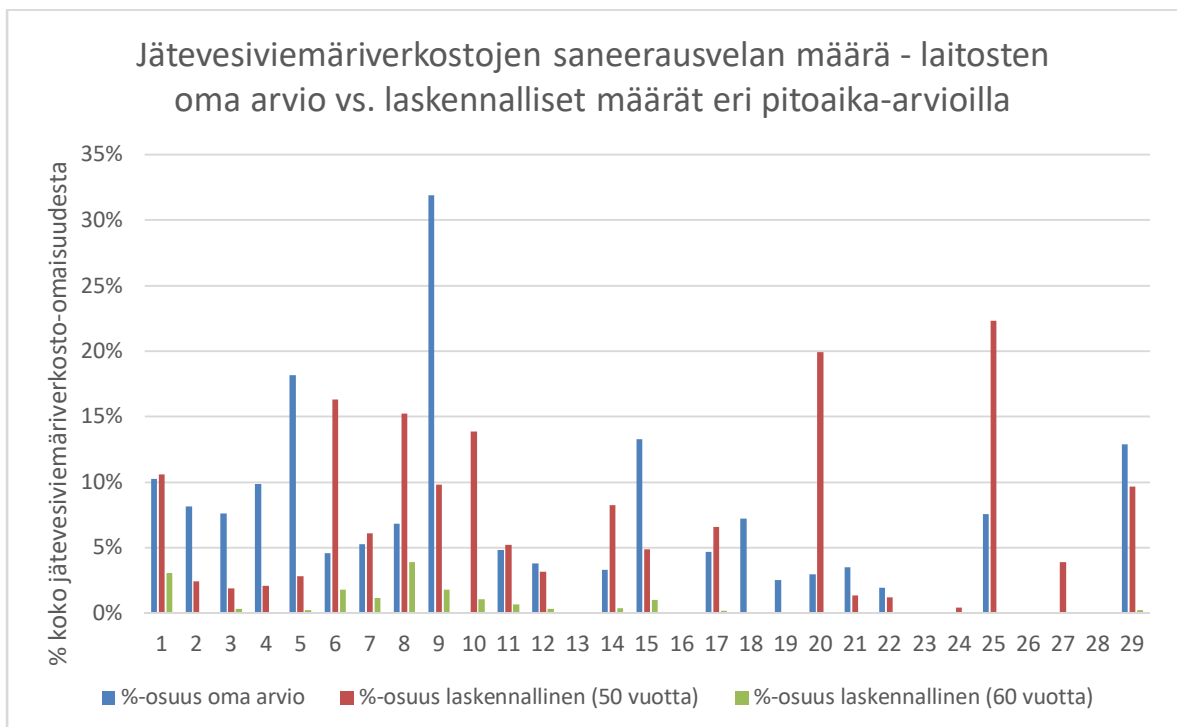
Tässä selvityksessä saneeraustarvearvio tehtiin ikäperusteisesti datan laadun takia, vaikka tarve kuntoperusteisen saneeraamisen painottamiselle on tunnistettu. Verkoston kuntoa ei voida luotettavasti arvioida perustuen yksinomaan sen ikään, vaan kunto on lukuisien tekijöiden summa. Laakso ym. (2018c) totesivat tutkimustulostensa nojalla jätevesiviemäreiden kaltevuuden olevan verkoston kunnan osalta määräävämpi tekijä kuin putken ikä. Muita jätevesiviemäriverkoston tunnistettuja tekijöitä, joiden on analysoitu iän ohella vaikuttavan merkittävästi verkoston kuntoon ovat virtaaman määrä, putken pituus sekä rakennusvuosi. (Laakso ym. 2018c) Selvityksen tutkimusaineiston rajallisuudesta johtuen näiden tekijöiden huomioiminen ei ollut mahdollista. Myöskään vuosittain määritettävät kuntoon perustuvat tunnusluvut eivät ole yksiselitteisiä, eikä niitä siten voida hyödyntää kuntoarvion tekemisessä. Vesihuoltolaitosten määritelmät joidenkin tunnuslukujen, esimerkiksi putkirikkujen ja viemäritukoksien osalta vaihtelevat (Vesilaitosyhdistyksen tunnuslukutyöryhmä). Toisaalta esimerkiksi jätevesiviemäriverkostojen vuotovesimäärät riippuvat hyvinkin voimakkaasti vuotuisista sademääristä. Pelkkien tunnuslukujen avulla ilman tarkempia verkostojen kuntotutkimuksia on mahdoton määrittää sitä osuutta verkostosta, jossa verkostojen ongelmatilanteet syntyvät. Kriittiset huonokuntoiset putket suurissa runkoverkoissa luovat suuremman riskin kuin pienempikokoisissa putkissa ilmenevät ja niiden saneerauskustannukset ovat suuremmat. Myös tonttijohtojen osuus verkostojen vuotovesimäärissä on todettu paikoin hyvinkin merkittäväksi, jolloin vuotovesimäärä ei yksiselitteisesti kuvaa vesihuoltolaitoksen verkosto-omaisuuden kuntoa.

Käytännössä saneerauksiin vaikuttavat myös katujen kokonaissaneeraukset sekä asutuksen tiivistymisestä ja muusta rakentamisesta aiheutuvien putkisiirtojen määrän lisääntyminen etenkin suurimmissa kaupungeissa. Nämä tekijät voivat johtaa verkostojen ennen aikaiseen saneeraamiseen ja siten pitoajan lyhenemiseen. Nykykäsitys verkostojen oikeellisesta pitoajasta perustuu vahvasti tällä hetkellä saneerattavien verkostojen ikään. Nyt saneerauksen kohteena on paljon 1960- ja 1970-luvuilla rakennettuja putkia, joissa on yleisesti havaittu ongelmia. Kyseisen ajanjakson jälkeen verkstorakentamisen menetelmät ovat parantuneet ja verkostojen materiaalit ovat varsinkin vesijohtoverkostojen osalta käytännössä kokonaan painottuneet muoviputkiin. Vielä ei pystytäkään täydellä varmuudella arvioimaan tuleeko tilanne olemaan tulevaisuudessa merkittävästi parempi.

Verkostojen pitoaika-arvion oikeellisuutta arvioitiin kyselytulosten pohjalta. Saneerausvelka määritettiin työvaiheessa laskennallisesti kahdelle eri pitoajalle vesihuoltolaitosten verkostojen ikäjakaumien perusteella. Näitä tuloksia verrattiin vesihuoltolaitosten omiin arvioihin laitoksensa saneerausvelan määrästä. Analyysi osoitti merkittäviä eroja pitoaikaoletuksissa (kuva 20 ja 21). Tarkastelu osoittaa myös, että saneerausvelan käsitteen ymmärrys vaihtelee. Tuloksista voidaan päätellä, että investointitarve ei ole yksiselitteisesti verkostojen ikään linkittyvä tekijä, vaan myös verkostojen kunto on huomioitava saneeraustasoja määritettäessä.



**Kuva 20.** Vesijohtoverkostojen saneerausvelan määrä laitosten omien arvioiden ja pitoaikaoletuksien mukaan.



**Kuva 21.** Jätevesiviemäriverkostojen saneerausvelan määrä laitosten omien arvioiden ja pitoaikaoletuksien mukaan.

Vesihuoltolaitosten laitosomaisuuteen kohdistuvien investointitarpeiden määrittämistä oleellisesti hankaloitti rajallinen tieto laitosomaisuuden määrästä, iästä ja arvosta. Laitokset on usein rakennettu asteittain ja saneerauksia on tehty etenkin koneiston, LVI:n ja SIA:n osalta hyvin eri vaiheissa. Laitosomaisuuden osalta todettiin työpajakeskusteluissa myös

haaste keskimääräisen pitoajan määrittämiselle, sillä selvityksessä sovellettu jako, jossa koneisto, LVI ja SIA oletettiin pitoajaltaan yhtäläisiksi, johtaa työpajaosallistujien mukaan erityisesti LVI:n pitoajan aliarvioimiseen. Koneiston, erityisesti pumppujen pitoaika on huomattavasti lyhyempi kuin esimerkiksi laitosten sisäisen putkiston pitoaika. Näin ollen kyselyn tuloksena muodostunut keskimääräinen koneiston pitoaika kuvaa työpajaosallistujien mukaan parhaiten koneiston keskimääräistä pitoaikaa.

Kyselytulokset, joihin laitosomaisuuden arvonmääritykset ja investointitarpeet käytännössä kokonaisuudessaan perustettiin, edustivat parhaiten pintavedenkäsittelylaitoksia ja jätevedenpuhdistamoita koskevia tietoja. Kyselytulokset kuvaavat parhaiten suurimpien vesihuoltolaitosten tilannetta. Kaikkein merkittävin epävarmuus kohdistuu pohjavedenottamoiden investointitarvearvioon aineiston rajallisuuden takia. Kyselytutkimuksen perusteella saatiin vain noin 6 % otanta Suomen kaikista Veeti-järjestelmän mukaisista pohjavedenottamoista, mihin perustettiin ottamoiden keskimääräinen rahallinen arvo, joiden perusteella arvioitiin tulevia investointitarpeita. Pohjavedenottamoiden iästä ei ollut tietoa lainkaan saatavilla, joten tehtiin oletus, että puolet ottamoista saneerataan tarkastelujaksolla. Saneeraustarpeet kohdistuvat todennäköisesti etenkin pienillä pohjavedenottamoilla enimmäkseen laitteistoihin, putkistoihin sekä rakennuksiin, vähemmässä määrin kaivorakenteisiin, jollei kuivuudesta tai pohjaveden saastumisriskistä johtuen jouduta rakentamaan uusia kaivoja.

Kokonaisuudessaan tietoa oli niin Veeti- ja Venla-aineistojen, kuin kyselytutkimuksenkin osalta eniten suurimmilta vesihuoltolaitoksilta. Myös työpajassa oli edustettuna vain kokoluokan 1 vesihuoltolaitoksia. Tämän takia tulokset eivät parhaalla mahdollisella tavalla kuvaa keskisuurien ja pienten vesihuoltolaitosten vesihuolto-omaisuuden ikärakennetta ja kustannusarvioita. Alueellisesti tarkastellen Pohjois-Suomesta saatiin vähäisesti tietoa, eikä esimerkiksi saneerausikäntöjen eroavuutta Etelä-Suomeen painottuneisiin tietoihin nähden tunneta laajassa mittakaavassa.

Kyselyvastauksissa laitosomaisuuden investointitarpeet olivat hyvin karkeita arvioita. Arvioita yleistettiin selvityksessä muihin saman kokoluokan vesihuoltolaitoksiin, mikä aiheuttaa virhettä omaisuuden arvoon ja siten investointitarvearvioon. Luotettavuuden lisäämiseksi tuloksia verrattiin aiempiin selvityksiin, toteutuneisiin investointitasoihin sekä muissa pohjoismaissa tehtyihin arvioihin. Osin tutkimusaineiston vertailuaineistona käytetty aineisto on kuitenkin vanhempaa, kuten vesihuoltotilasto.

Laitosomaisuuden osalta merkittäväksi epävarmuustekijäksi muodostuu investointien päällekkäisyys. Tätä minimoitiin olettamalla laitosomaisuuden investoinnit saneerausinvestoinneiksi, jollei tietoa uusinvestointihankkeista ollut saatavilla tai ei ollut varmuutta investointikustannuksista. Yhdys- ja siirtojohtoinvestointien arvioiminen todettiin vaikeasti arvioitavaksi. Kynnys näiden hankkeiden toteuttamiselle vaikuttaisi kohonneen ns. helppojen kohteiden ollessa jo pääosin toteutettuja. Toisaalta kuivuus voi lisätä tarvetta vedenjakelun varmuuden parantamiseen. Osittain nämä siirtojohtoinvestoinnit voivat poistaa saneeraustarpeen joidenkin saneerausikään tulneiden jätevedenpuhdistamoiden osalta. Toisaalta esimerkiksi yhdysvesijohtoinvestoinneilla ei välttämättä ole samaa vaikutusta, sillä vanha laitos voi jäädä varalaitokseksi, edellyttäen siten ainakin jonkinasteisia investointeja. Näissä tilanteissa on käytännössä mahdollista, että pitkällä aikavälillä toteutuisi sekä laitossaneeraus että yhdys- tai siirtojohtoinvestointi.

Selvityksessä esitettiin omana kokonaisuutenaan arvioita mahdollisesta lainsäädäntökehityksestä ja sen tuottamista investointitarpeista. Näihin arvioihin liittyy merkittäviä epävarmuustekijöitä, koska esimerkiksi jätevesidirektiivin osalta ei vielä tiedetä millaisia vaatimuksia jäsenmailta tullaan edellyttämään esimerkiksi haitta-aineiden poiston suhteen. Vastaavasti ravinteiden poiston tehostaminen on tähän saakka tiukentunut, mutta tulevasta kehityksestä ei ole tietoa. Koska tarkasteluun liittyy paljon epävarmuutta, lainsäädäntökehitystä koskevat tulokset käsitellään omana kokonaisuutenaan myös selvityksen tulososiossa, jotta niiden mahdollista roolia voidaan helpommin arvioida.

#### **5.4 Kehityssuunta vuoden 2040 jälkeen**

Arvioitaessa tulevia investointitarpeita nyt esitettyä aikajaksoa pidemmälle, voidaan investointitarpeen todeta edelleen kasvavan etenkin verkostosaneerauksien osalta. Samoilla pitoaikaoletuksilla ja olettaen, että nyt esitetty saneerausinvestointitaso toteutuu, vesijohtoverkostosta noin 40 % on saneerattava vuoteen 2060 mennessä. Tämä tarkoittaa noin 2 %/vuosi saneerausvolyyymiä. Saneeraustaso tulee siis edelleen kohoamaan tulevaisuudessa. Mikäli puolet nyt esitetystä saneerausvolyyymistä toteutuu aikavälillä 2020–2040, saneerattavaa on aikavälillä 2040–2060 enemmän, noin 2,5 %. Tämä tarkastelu osoittaa, että vesijohtoverkoston osalta saneerausvolyymin korottaminen tulee olemaan välttämätöntä myös nyt esitetyn ajanjakson jälkeen.

Jätevesiviemäriverkoston osalta nyt esitetty saneerausvolyyymi voisi olla riittävä vuoteen 2060 saakka. Kuitenkin, mikäli saneerausvolyyymistä vain puolet toteutuisi vuoteen 2040 mennessä, tulisi saneerausvolyymin olla suurempi 2040–2060 välisenä aikana. Tällöin saneerausvolyymin tulisi olla noin 2,8 %/vuosi.

Sujuttamalla saneerattujen verkoston osien käyttöikää ei vielä tiedetä, eikä olla varmoja siitä onko se kaivamalla rakennettuja verkostoja lyhyempi. Tällä hetkellä oletettavaa on, että kertaalleen sujuttamalla saneeratut putket tulee seuraavan kerran saneerata auki kaivaen. Tämä korottaisi yksikkökustannuksia noin 50 % uudelleen saneerattavien putkien osalta.

Tässä selvityksessä osuuskuntien saneerausinvestointitarpeet oletettiin muita vesihuoltolaitoksia vähäisemmiksi, koska tiedettiin niistä ison osan olevan kunnallisia laitoksia myöhemmin perustettuja ja verkostojen olevan siten vielä varsin uusia. Pidemmällä aikajänteellä on kuitenkin huomioitava, että vesiosuuskunnissa saneerauksien kertainvestoinnit tulevat olemaan merkittäviä, koska verkostot on pääosin rakennettu lyhyessä ajassa.



## 6 Yhteenveto ja johtopäätökset

Tässä selvityksessä muodostettiin arvio Suomen vesihuollon kokonaisinvestointitarpeesta aikavälille 2020–2040. Selvitystyö jakautui seuraaviin päävaiheisiin: 1) nykytilan arvioinnin muodostaminen, 2) investointitarpeeseen vaikuttavien tekijöiden tunnistaminen, 3) investointitarveskenaarioiden muodostaminen sekä 4) tulosten validointi, virhearviointi ja vertaaminen toteumiin. Tutkimusaineistona hyödynnettiin vesihuollon tietojärjestelmiin, Veetiin ja Venlaan vesihuoltolaitoksilta kerättyä tietoaineistoa, jota täydennettiin vesihuoltolaitoksille suunnatulla kyselytutkimuksella, aiempien AFRY Finland Oy:n konsulttitöiden tuloksilla sekä asiantuntija-arvioin. Tutkimusaineiston mukaiset vesihuoltolaitokset ryhmiteltiin kokoluokkiin, joiden sisällä tietoja yleistettiin mediaanitiedon avulla. Laskennat suoritettiin jätevedenpumppaamoita ja vesitorneja lukuun ottamatta vesihuoltolaitostasolla.

Selvityksessä arvioitiin omana kokonaisuutenaan välttämättömät pitoajan päättymisestä aiheutuvat investointitarpeet, joiden lisäksi esitettiin arvioita investointitarpeista, mikäli tietyn tasoinen toiminnan tehostamista edellytettäisiin tulevaisuudessa. Johtuen ennustetusta Suomen väestömäärän kasvun pysähtymisestä, kapasiteettitarpeiden kasvun ei oletettu kansallisessa mittakaavassa aiheuttavan merkittäviä investointitarpeita. Kaikkia investointitarpeeseen vaikuttavia tekijöitä, kuten ilmastonmuutosta ei voida yksiselitteisesti arvioida numeerisesti, mutta ne on tärkeä ottaa huomioon investointeja suunniteltaessa. Tämän takia määrällisten investointitarvearvioiden lisäksi tässä selvityksessä koottiin laadullista tietoa investointeihin vaikuttavista muutosvoimista. Laskennan päällekkäisyyden välttämiseksi ja kuntooperusteisen tarkastelun edellyttämien tietojen puuttumisen vuoksi investointitarvearviossa keskityttiin yksinomaan käyttöomaisuuden pitoaikaan määräävänä tekijänä. Laitosomaisuuden osalta laskennan päällekkäisyyden välttämiseksi investoinnit oletettiin toteutuviksi uusinvestointeina vain niiltä osin kuin tietoa hankkeista kustannusarvioineen oli saatavilla. Muilta osin investoinnit oletettiin saneerausinvestoinneiksi.

Selvityksen johtopäätöksenä vesihuollon vuotuisen investointitarpeen voidaan todeta lähes kaksinkertaistuvan tulevien 20 vuoden aikana, ja kasvun jatkuvan edelleen tarkastelujakson jälkeen. Selvityksen tuloksena arvio vuosittaisesta kokonaisinvestointitarpeesta on noin 777 M€/vuosi. Uusininvestointien osuudeksi arvioitiin noin 26 % (160 M€/vuosi), mutta tarkkaa eroa investointien jakautumiselle saneeraus- ja uusininvestointeihin ei voida tehdä edellä mainituista laskennallisista oletuksista johtuen. Koko vesihuolto-omaisuuden saneerausarvoksi määritettiin 42,3 miljardia euroa. Tehdyn arvion mukainen saneeraustarve kattaa noin 30 % koko vesihuolto-omaisuudelle määritetystä saneerausarvosta. Vuositasolla investointitarve muodostuisi noin 10 % korkeammaksi, mikäli alaa säätelevä lainsäädäntö kiristyisi selvityksessä esitetyssä laajuudessa. Selvitystä laadittaessa tunnistettiin tarkastelun merkittävimpiä virhelähteitä ja arvioitiin muodostuviin investointitarpeisiin merkittävimmin vaikuttavia tekijöitä herkkyyksianalyysillä.

Taulukko 29 koostaa työssä määritetyt investointitarpeet. Verkostojen investointitarpeet jaettiin tasaisesti koko tarkastelujaksolle. Laitosinvestointien osalta jätevedenpuhdistamoiden saneeraustarpeen arveltiin kohoavan ajanjakson loppupuolella, koska merkittäviä saneerauksia on viime vuosina toteutettu. Uusininvestoinnit painottuvat tuloksissa kuluvalle viisivuotisjaksolle johtuen epävarmuuksista pidemmän aikajänteen hankkeiden toteutustavoissa sekä kustannusarvioissa. Talousvedenkäsittelyn osalta saneeraustarvetta painotettiin etenkin pintavedenkäsittelylaitosten osalta ajanjakson alkuun selvityksen myötä havaitun omaisuu-

den korkean keski-ikä vuoksi. Kokonaiskuvassa investointitarpeisiin ei ennakoida merkittäviä määrällisiä eroja kolmen lyhyemmän aikajänteen välille. Eri ajanjaksoina investointien kohdentumisen arvioidaan vaihtelevan. Mahdollisten lainsäädännön kiristymisestä aiheutuvien investointitarpeiden arvioitiin ajoittuvan aikavälille 2026–2040. Kun nämä tarpeet otetaan mukaan vuotuisen investointitarvearvioon, voidaan investointitarpeen arvioida kohoavan aikavälin loppua kohden.

**Taulukko 29.** Kooste vuotuisista investointitarpeista vuoteen 2040 mennessä.

Investointitarve	2020–2025 (M€/vuosi)	2026–2030 (M€/vuosi)	2031–2040 (M€/vuosi)
Vesijohtoverkosto uudisinvestoinnit	46	46	46
Talousveden yhdys – ja siirtojohtojen uusinvestoinnit	4	4	4
Jätevesiviemäröinti uudisinvestoinnit	42	42	42
Jätevedenpumppaamot uudisinvestoinnit	2,5	2,5	2,5
Jäteveden yhdys – ja siirtojohtojen uusinvestoinnit	3	3	3
Hulevesiviemäröinti uudisinvestoinnit	9	9	9
Vedenjakelu saneerausinvestoinnit (pitoaika 60 vuotta)	263	263	263
Jätevesiviemäröinti saneerausinvestoinnit (pitoaika 50 vuotta)	216	216	216
Jätevedenpumppaamot saneerausinvestoinnit	18,9	18,9	18,9
Hulevesiviemäröinti saneerausinvestoinnit (pitoaika 70 vuotta)	4,6	4,6	4,6
Välisumma verkostot	609	609	609
Talousveden käsittely uudisinvestoinnit	14,4	14,4	24
Vesitornien investoinnit	6,9	6,9	6,9
Jätevedenpuhdistus uudisinvestoinnit	71	2,4	2,4
Talousvedenkäsittely saneerausinvestoinnit	57,6	58,6	49,2
Jätevedenpuhdistus saneerausinvestoinnit	51,6	51,4	58,3
Välisumma laitosinvestoinnit + vesitornit	201,5	133,7	140,8
Kokonaissumma	810,5	742,7	749,8
Arvio mahdollisten lainsäädäntömuutosten uusista laitosinvestoinneista	-	83,5	125,3

Herkkyyssanalyysin tulokset osoittavat, että varsinkin vesijohtoverkoston osalta lyhyempi pitoaika kasvattaisi niihin kohdistuvan saneerausinvestointitarpeen lähes kaksinkertaiseksi. Muoviputkien pitoaikoja koskevan tieteellisen näytön puuttuessa, tässä selvityksessä pitoaikoja ei arvioitu liian optimistisesti. Toisaalta nyt sovelletut pitoajat olivat osin aiempiin selvityksiin verraten pidemmät. Tästä näkökulmasta riskinä on, että selvityksessä oletetuilla verkostojen pitkillä pitoajoilla verkostojen tila voi olla paikallisesti merkittävästikin heikentynyt uuteen verkostoon verrattuna. Osalla vesihuoltolaitoksista verkoston pitoaika onkin asetettu nyt oletettua matalammalle tasolle, mihin on osasyynä se, että verkostojen pitoaikaan vaikuttaa moni muukin tekijä kuin verkostojen tekninen kestoikä.

Tulokset osoittavat, että saneerausvolyymejä tulee seuraavien 20 vuoden aikana lisätä siten, että se vastaa vuositasolla vesijohtoverkoston osalta noin kaksinkertaista ja jätevesiviemäri-verkoston osalta noin kolminkertaista tasoa nykyvolyyymiin nähden. Samalla ne osoittavat investointien pitkäjänteisen suunnittelun merkityksen. Pitkän aikavälin suunnittelulla voidaan tunnistaa paremmin investointitarpeisiin samanaikaisesti vaikuttavat lukuisat tekijät ja tehdä siten kokonaisuuden kannalta järkeviä investointivalintoja. Uus- ja saneerausinvestointeja tulee tehdä jatkossa yhtäaikaaisesti, suunnitelmallisesti siten, että saneerausinvestoinnit pystytään mitoittamaan tarpeen mukaisiksi. Saneerausvolyymejä tulisi pikaisesti kasvattaa, jotta tulevaisuudessa saneerattavaksi tulevat vieläkin suuremmat verkostomäärät saada saneeratuiksi ja voidaan turvata vesihuollon toimintavarmuus ja talousveden laatu jatkossakin. Saneerausvelkaa ei ole ikäperusteisesti arvioiden kertynyt vielä laajasti. Jollei saneerausvolyyimia kasvateta merkittävästi, sitä tulee kertymään nopealla tahdilla, koska verkostopituuden merkittävä kasvu on alkanut 1960- ja 1970-lukujen vaihteessa ja jatkunut aina 2000-luvun alkuun saakka (Maa- ja metsätalousministeriö 2008). Jotta vaikuttavuus voidaan maksimoida, tulee saneeraukset kohdistaa mahdollisimman oikein, mikä edellyttää tietoa verkoston kunnosta sekä sen rikkoutumisesta aiheutuvista riskeistä (Laakso ym. 2018b). Tällä hetkellä verkostojen kuntoa koskevan systemaattisen tiedonkeruun puuttuessa ajantasaista arviota verkostojen tilasta ei ole, ja ilman kattavaa tiedonkeruuta arvio perustuisi hyvin vähäiselle tietopohjalle. Ilman verkostojen kuntotietoa jää huomiotta esimerkiksi heikon asennustyön laadun aiheuttama osuus verkostojen heikentyneeseen tilaan. Saneeraustoiminnan on myös oltava pitkäjänteistä vaikuttavuuden saavuttamiseksi. Verkostosaneerausten vaikuttavuus ei näy pienellä volyyymillä, vaan on todettu, että koko järjestelmän mittakaavassa vasta suuremmalla volyyymillä tunnuslukuindikaattoreihin tulee näkyvää parannusta (Luukkanen & Kyrönseppä 2014). Kokonaisuudessaan tulosten perusteella on viitteitä siitä, että pahimmat skenaariot saneeraustarpeesta eivät välttämättä toteudu, mutta muutostarpeeseen on syytä varautua. Ilman varautumista ja oikea-aikaisesti realisoituja toimia muutostarpeen nopeus saneeraustasojen korottamisessa voi tapahtua hyvin äkillisesti tulevaisuudessa, eikä toimeen ehditä tarttua ajoissa ennen ongelmien ilmenemistä.

Tulevien investointitarpeiden ja ennustetun väestön keskittymisen valossa jatkossa tärkeäksi muodostuu vesihuoltolaitosten toiminnan keskittäminen. Selvityksen tuloksiin perustuen pienempien vesihuoltolaitosten investointitarpeet ovat niiden tulovirtaan nähden huomattavasti suurempia vesihuoltolaitoksia korkeammat. Investointitarpeen realisoituminen edellyttää vesihuoltolaitosten taloudellisten toimintaedellytyksien parantamista, sillä nykyinen laitosrakenne ei pysty vastaamaan kasvavaan saneeraus- ja osaamistarpeeseen. Ilmastonmuutoksen myötä ennalta-arvaamattomien ja poikkeuksellisten tilanteiden ennustetaan yleistyvän, mikä edellyttää vesihuoltolaitoksilta jatkossa myös nykyistä parempaa varautumista, mikä on nykyisellä laitosrakenteella todettu puutteelliseksi.

Tässä selvityksessä todettiin aiempien selvitysten tavoin (mm. Laakso ym. 2018a, Laakso 2020), että tietoa on kerätty alalla puutteellisesti. Tietoa vesihuollon nykytilasta sekä tulevista hankekokonaisuuksista on heikosti saatavilla luotettavan kansallisen investointitarpeen kokonaiskuvan muodostamiseksi. Alalla kerättävää tietoa tulisi lisätä, ja sen luotettavuuteen tulisi kiinnittää aiempaa enemmän huomiota. Nykyisellään tietoa kerätään enimmäkseen verkostoista, mutta koottua tietoa laitossomaisuuden iästä, määrästä ja arvosta ei ole saatavilla lainkaan, eikä ajantasaisia julkaisuja esimerkiksi jätevedenpuhdistamoista tai suurimmista vedenkäsittelylaitoksista ole. Puutteelliset ikätiedot oleellisesti vaikeuttavat investointitarpeiden ajoittumisen arvioimista. Vesihuoltolaitoksilla tulisi olla tulevaisuudessa lain vaatimusten mukaisesti nykyistä parempi käsitys verkosto- ja laitossomaisuutensa arvosta ja tilasta. Tieto laitossomaisuuden arvosta ja iästä palvelisi myös pohdittaessa tulevaisuudessa vesihuollon keskittämisen edellytyksiä ja keskittämistoimien toteuttamisen taloudellisesti järkevää ajoittamista. Vesihuoltolaitosten tulisi tehdä/teettää kuntoarviot laitoksista kokonaiskuvan saamiseksi omasta omaisuudestaan. Esimerkiksi Norjassa tarkemmat vesihuoltolaitoskohtaiset tiedot ovat mahdollistaneet tarkempien investointitarvearvioiden laatimisen ja huomattavasti paremmat edellytykset investointien ajoittumisen arvioimiselle (Norsk Vann 2017).

Verkostojen osalta nykyistä tarkempi tilastointi saneerauksien kohdentumisesta putkimateriaaleittain ja verkostonosien iän perusteella auttaisi muodostamaan tarkempia arvioita verkostojen todellisista pitoajoista, sillä tämä tekijä vaikuttaa investointitarvearvion laskentatuloksiin kaikkein eniten. Lisäksi tulisi kerätä mahdollisimman tarkasti tietoa saneeraustarpeeseen johtaneista muista mahdollisista syistä, kuten perustamistavasta, paikallisista olosuhteista ja mahdollisesta riskiperusteisesta saneeraamisesta perustuen verkosto-osan aseman kriittisyyteen. Pitoaikoja koskeva tilastotieto palvelisi nykyisten tunnuslukujen lisänä tuottaen lisäarvoa vesihuoltolaitoksille pitkäjänteisemmän taloudensuunnittelun kannalta nykyistä paremmin.

Koottua ajantasaista tietoa verkostojen ikäjakaumista voitaisiin kerätä nykyisille tunnuslukualustoille esimerkiksi 10 vuoden tarkkuudella, jotta asiasta säilyisi kansallinen käsitys. Ilman laitoskohtaista ajankohtaista tietoa verkostojen ikäjakaumista (tai edes arvioita niistä) luotettavaa kansallista tilannekuvaa ei voida muodostaa. Esimerkiksi kansallisten vesihuoltotilastojen mukaisilla verkostojen ikäjakaumatiedoilla tai rakennusten ikäjakaumien perusteella ei voida ottaa huomioon verkostosaneerauksien myötä verkostojen päivittyneitä ikäjakaumia. Siten nämä aineistot eivät pysty tulevaisuudessa nykyiselläkään tarkkuudella kuvaamaan verkostojen ikärakennetta. Investoinneista olisi hyvä olla myös kattavampaa euro-määräistä tietoa kootusti saatavilla. Nykyisellään esimerkiksi yhdys- ja siirtolinjoihin kohdistuvia investointeja ei eroteta omaksi investointikokonaisuudekseen, joten keskittämistoimien tarkastelu valtakunnallisessa mittakaavassa on haastavaa.

Vesihuoltolaitoksia tulisi nykyistä voimakkaammin motivoida hoitamaan lakisääteinen velvollisuutensa syöttää vesihuoltolaitosta koskevat tiedot vuosittain Veeti-järjestelmään. Vesihuoltolaitosten toimintaolosuhteet ja -tavat eroavat toisistaan, mikä heikentää tietojen yleistettävyyttä. Tämän vuoksi kattavaa tilastotietoa tarvitaan kaikilta vesihuoltolaitoksilta. Tämän vertailukelpoisemman ja luotettavan tiedon saannin edistämiseksi tulisi varmistua siitä, että vesihuoltolaitoksilla on kaikkien tunnuslukujen osalta yhtenevä käsitys siitä, mitä tunnusluvuilla mitataan ja miten tunnusluvut määritetään vesihuoltolaitoksen omista tiedoista. Tämä edellyttää toimia myös järjestelmien ylläpitäjiltä ohjeistuksen kehittämiseksi

ja koulutuksien järjestämiseksi. Osana motivointia vesihuoltolaitoksille tulisi osoittaa tiedonkeruun hyödyt ja mahdollisuudet. Tunnuslukujärjestelmiä ja tunnuslukuarvojen kriteeristöä kehittämällä saneeraustarpeita voitaisiin tulevaisuudessa enenevässä määrin määrittää kuntoerusteisesti ikäperusteisen määrittämisen sijaan. Tämä edellyttää lisäselvityksiä siitä, millaista tietoa olisi hyödyllistä jakaa vesihuoltolaitosten välillä tämän edistämiseksi.

Vesihuollon alalla tehdään vuosittain lukuisia kansallisen mittakaavan selvityksiä, mutta eri selvityksissä ei sovelleta yhtenevää vesihuoltolaitosten luokittelua. Yhtenevän luokittelun laatiminen helpottaisi selvitystulosten keskinäistä vertaamista. Alalla myös esitetään arvioita esimerkiksi saneeraustarpeesta ja verkostojen arvosta ilman niiden määrittämisessä käytettyjen tietopohjan ja oletuksien esittämistä. Verkosto-omaisuuden määrästä ja kunnosta on jo pitkään esitetty samoja arvioita tuntematta mihin alkuperäinen arvio perustuu.

## Lähdeluettelo

- Berninger, K., Pihl, T., Kasanen, P., Mikola, A., Tynkkynen, O. & Vahala, R. (2017) Jätevesien fosfori hyötykäyttöön—teknologioita ja ohjauskeinoja. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 62/2017. [Viitattu 10.3.2020]. Saatavissa: [https://tietokayttoon.fi/documents/10616/3866814/62\\_Jatevesienfosforihyotykyayttoon\\_30082017.pdf/a631b48f-fee3-4ef7-b7cf-f6cec4ab4cbd/62\\_Jatevesienfosforihyotykyayttoon\\_30082017.pdf?version=1.0](https://tietokayttoon.fi/documents/10616/3866814/62_Jatevesienfosforihyotykyayttoon_30082017.pdf/a631b48f-fee3-4ef7-b7cf-f6cec4ab4cbd/62_Jatevesienfosforihyotykyayttoon_30082017.pdf?version=1.0)
- Business Nokia. (2019) Uusi biolaitos rakennetaan Nokian Koukkujärvelle. [Verkkosivu] [Viitattu 12.4.2020]. Saatavissa: <https://businessnokia.fi/blog/ajankohtaiset/uusi-biolaitos-rakennetaan-nokian-koukkujarvelle/>
- European commission. (2019) Evaluation of the Urban Waste Water Treatment Directive. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 12.2.2020]. Saatavissa: <https://ec.europa.eu/environment/water/water-urbanwaste/pdf/UWWTd%20Evaluation%20SWD%20448-701%20web.pdf>
- Hanski, M. (2019) Vesihuollon rakennemuutos. Vesihuolto 2019-päivät Jyväskylä 15.5.2019. Saatavissa: [https://www.vvy.fi/site/assets/files/2789/01\\_hanski\\_minna.pdf](https://www.vvy.fi/site/assets/files/2789/01_hanski_minna.pdf)
- Helsingin Sanomat. (2017) Kuolevien kylien maa – HS:n erikoisartikkeli kertoo tuhannen kadonneen kylän tarinan ja sen, miksi poikamies Arto Voutilaisella on oma pisteensä kartalla. [Verkkolehti]. [Viitattu: 10.1.2020]. Saatavissa: <https://dynamic.hs.fi/2017/katoavat-kylat/>
- Helsingin Sanomat. (2019) Jätevesiremontti tekemättä arviolta 100 000 kiinteistössä: ”Aika paljon valvonta perustuu siihen, että naapuri valvoo”. [Verkkolehti] [Viitattu 20.3.2020]. Saatavissa: <https://www.hs.fi/kotimaa/art-2000006283012.html>
- Helsingin seudun ympäristöpalvelut-kuntayhtymä HSY. (2011) Hankesuunnitelman tarkennus – Blominmäen jätevedenpuhdistamo. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 20.3.2020]. Saatavissa: <https://dev.hel.fi/paatokset/media/att/1d/1d6a1e2714fb32a487cba0f020ef3a713c82024f.pdf>
- Helsingin seudun ympäristöpalvelut-kuntayhtymä HSY. (2015) Fosforin jälkisaostuksen ja talteenoton esiselvitys Viikinmäen jätevedenpuhdistamolla–RAKI-ohjelman Jälkifosfori-hankkeen loppuraportti. [Viitattu: 10.2.2020]. Saatavissa: <https://www.ym.fi/download/no-name/%7B561A726A-D239-494F-8B25-1A3E51E809AA%7D/123935>
- Helsingin seudun ympäristöpalvelut-kuntayhtymä HSY. (2018) Vesihuollon investointiohjelma 2019–2028. [Viitattu 11.2.2020]. Saatavissa: <https://dev.hel.fi/paatokset/media/att/24/246e0be78d70b22ee646910a69aa1893b55ce85c.pdf>
- Helsingin seudun ympäristöpalvelut-kuntayhtymä HSY. (2020) Blominmäen jätevedenpuhdistamo – toteutuksen tilanneraportti 31.12.2019. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 15.4.2020]. Saatavissa: [https://www.hsy.fi/fi/asiantuntijalle/vesihuolto/jatevedenpuhdistus/blominmaki/rakentaminen-etenee/Documents/neljannesvuosiraportti\\_Q4\\_2019\\_Blo-minmaki.PDF](https://www.hsy.fi/fi/asiantuntijalle/vesihuolto/jatevedenpuhdistus/blominmaki/rakentaminen-etenee/Documents/neljannesvuosiraportti_Q4_2019_Blo-minmaki.PDF)

Helsingin seudun ympäristöpalvelut-kuntayhtymä HSY. (2020) Proteiinin liikasyönti kasvattaa typen määrää jätevedenpuhdistamoilla. [Viitattu 12.5.2020].

Saatavissa: <https://www.hsy.fi/fi/tietoa-hsy/uutishuone/2020/Sivut/Proteiinin%20%80%AFliikasy%C3%B6nti%20%80%AFkasvattaa%20%80%AFtypen%20%80%AFm%C3%A4%C3%A4r%C3%A4%C3%A4%20%80%AFj%C3%A4tevedenpuhdistamoilla.aspx>

Hämäläinen, A., Moilanen, M., Hokajärvi, A-M., Pitkänen, T., Meriläinen, P. & Miettinen, I. (2018) Juomavesien epäpuhtauksien poistotekniikat talous- ja jätevesilaitoksilla. Terveyden ja hyvinvoinnit laitos. Työpaperi 43/2018. [Viitattu 12.3.2020]. Saatavissa: [http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/137483/URN\\_ISBN\\_978-952-343-260-4.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/137483/URN_ISBN_978-952-343-260-4.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Ilmasto-opas. (2017) Sademäärät kasvavat ja rankkasateet voimistuvat. [Verkkosivu]. [Viitattu 22.4.2020] Saatavissa: <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/suomen-muuttuva-ilmasto/-/artikkeli/27922915-7ee5-4122-ae60-51f58e6aef9a/sademaarat-kasvavat.html>

IPCC. 2019. Special report - Climate change and Land. [Verkkosivu]. [Viitattu 15.1.2020]. Saatavissa: <https://www.ipcc.ch/srccl/>

Joss, A., Schärer, M. & Abegglen C. Micropollutants: the Swiss strategy. (2020). [Viitattu 12.3.2020]. Saatavissa: [http://www.water2020.eu/sites/default/files/keynote\\_adriano\\_joss\\_eawag\\_switzerland.pdf](http://www.water2020.eu/sites/default/files/keynote_adriano_joss_eawag_switzerland.pdf)

Keski-Suomen ELY-keskus. (2010) Keski-Suomen maakunnan strateginen vesihuollon kehittämissuunnitelma vuosille 2009-2020. Keski-Suomen Elinkeino-, Liikenne- ja ympäristökeskuksen julkaisuja 30/2010. Jyväskylä 2010. [Viitattu 15.4.2020]. Saatavissa: [http://urn.fi/URN:ISBN\\_978-952-257-052-9](http://urn.fi/URN:ISBN_978-952-257-052-9)

Laakso, S. (2012) Turun kaupungin alueelliset väestöprojektiot 2011-2031. [Viitattu 12.12.2019]. Saatavissa: <https://docplayer.fi/47422752-Turun-kaupungin-alueelliset-vaestoprojektiot.html>

Laakso, T. 2015. Efesus-hankkeen loppuraportti. [Viitattu 12.4.2020]. Saatavissa: <https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/26222>

Laakso, T., Vahala, R. & Dubovik, M. (2018a) Vesihuoltoverkostojen kunnon ja saneeraustarpeen arviointi. Julkaisussa: Tulevaisuuden kestävä vesihuolto—ennakointi, ohjaus ja järjestäminen. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 56/2018. Saatavissa: <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161028>

Laakso, T., Ahopelto, S., Lampola, T., Kokkonen, T. & Vahala, R. (2018b) Estimating water and wastewater pipe failure consequences and the most detrimental failure modes. Water Science and Technology: Water Supply (IWA Publishing). Saatavissa: [doi.org/10.2166/ws.2017.16](https://doi.org/10.2166/ws.2017.16)

Laakso, T. (2020) Data-driven network asset management – Focus on sewer systems. Aalto University publication series – Doctoral dissertations 65/2020. Saatavissa:

<https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/44178/isbn9789526038537.pdf?sequence=4>

Laitinen, J. (2016) Vesihuoltoverkostojen saneeraustoiminnan kattaminen maksuilla ja korjausvelan lyhentäminen. Suomen ympäristökeskus. Vesihuoltopäivät 8.6.2016. Hämeenlinna. [Viitattu 30.3.2020]. Saatavissa: <https://www.syke.fi/download/no-name/%7B537071CE-08CF-4E27-B1E3-73E2A6F017DC%7D/126125>

Laitinen, J., Nieminen, J., Saarinen, R. & Toivikko S. (2014) Paras käyttökelpoinen tekniikka (BAT) - Yhdyskuntien jätevedenpuhdistamot. Suomen ympäristökeskus 3/2014. [Viitattu 2.2.2020]. Saatavissa: [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/43199/SY\\_3\\_2014.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/43199/SY_3_2014.pdf?sequence=1)

Lammila, J. (2020) Yhdys- ja siirtojohtoinvestointien tarvearvio. [Sähköposti]

Lapinlampi, T., Raassina, S. (2002) Vesihuoltolaitokset 1998-2000. [Viitattu 6.3.2020]. Saatavissa: <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/40435>

Lepola, K. (2013) Vesihuoltolaitosten arvonmääritys – verkostojen jälleenhankinta-arvon määrittäminen yhtenevin periaattein. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto. Saatavissa: <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/123456789/21981/lepola.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Luonnonvarakeskus. (2018) Mitä Suomessa syötiin vuonna 2018 ? [Verkkosivu]. [Viitattu 9.12.2019]. Saatavissa: <https://www.luke.fi/uutinen/mita-suomessa-syotiin-vuonna-2018/>

Luukkanen, E. & Kyrönseppä, R. (2014). Mihin verkostosaneeraus vaikuttaa? Vesitalous 2/2014. [Viitattu 15.5.2020]. Saatavissa: [https://www.vesitalous.fi/wp-content/uploads/2014/03/VT1402\\_netti.pdf](https://www.vesitalous.fi/wp-content/uploads/2014/03/VT1402_netti.pdf)

Luukkonen, H. (2013) Vesiosuuskunnat, kuntien vesihuoltolaitokset ja kunnat. Kuntaliiton verkkojulkaisu. [Viitattu 30.2.2020]. Saatavissa: [https://shop.kuntaliitto.fi/download.php?filename=uploads/vesihuolto\\_opas\\_ebook.pdf](https://shop.kuntaliitto.fi/download.php?filename=uploads/vesihuolto_opas_ebook.pdf)

Maa- ja metsätalousministeriö. (2005) Suomen vesihuoltolaitosten liiketaloudellinen analyysi. MMM:n julkaisuja 6/2005. [Viitattu 5.6.2020]. Saatavissa: [https://mmm.fi/documents/1410837/1721050/MMMn+julkaisu+6\\_2005+sivut+1-26.pdf/82b2ea85-3a9e-428f-a0f7-e64f08bcea26/MMMn+julkaisu+6\\_2005+sivut+1-26.pdf](https://mmm.fi/documents/1410837/1721050/MMMn+julkaisu+6_2005+sivut+1-26.pdf/82b2ea85-3a9e-428f-a0f7-e64f08bcea26/MMMn+julkaisu+6_2005+sivut+1-26.pdf)

Maa- ja metsätalousministeriö. (2008) Vesihuoltoverkostojen nykytila ja saneeraustarve – YVES-tutkimuksen päivitys 2008. [Viitattu 21.1.2020]. Saatavissa: <https://docplayer.fi/5275414-Maa-ja-metsatalousministerio-vesihuoltoverkostojen-nykytila-ja-saneeraus-tarve.html>

Maa- ja metsätalousministeriö. (2012) Valtakunnallinen viemäröinti-ohjelma. Maa- ja metsätalousministeriö 4/2012. [Viitattu: 3.1.2020]. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-453-748-3>



Maa- ja metsätalousministeriö. (2015) Vesihuollon tilastoja. [Verkkosivu] [Viitattu 5.6.2020]. Saatavissa: [https://mmm.fi/vesi/vesihuolto\\_tilastot](https://mmm.fi/vesi/vesihuolto_tilastot)

Marttinen, S., Venelampi, O., Iho, A., Koikkalainen, K., Lehtonen, E., Luostarinen, S., Rasa, K., Sarvi, M., Tampio, E., Turtola, E., Ylivainio, K., Grönroos, J., Kauppila, J., Koskiahho, J., Valve, H., Laine-Ylijoki, J., Lantto, R., Oasmaa, A., Castell-Rüdenhausen, M. (2017) Kohti ravinteiden kierrätyksen läpimurtoa. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 45/2017. [Viitattu: 12.2.2020]. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-437-3>

Meriläinen, P., Lanki, T., Miettinen, I., Hokajärvi, A-M, Simola, A. Tiittanen, P. & Yli-Tuomi, T. (2019) Ilmastomuutos ja vesihuolto–varautuminen ja terveysvaikutukset. Suomen Ilmastopaneeli. Raportti 10/2019. [Viitattu: 24.1.2020]. Saatavissa: [https://www.ilmastopaneeli.fi/wp-content/uploads/2019/12/Ilmastomuutos-ja-vesihuolto\\_final.pdf](https://www.ilmastopaneeli.fi/wp-content/uploads/2019/12/Ilmastomuutos-ja-vesihuolto_final.pdf)

Norsk Vann. (2017) Finansieringsbehov i vannbransjen 2016-2040. Norsk Vann Rapport 227/2017. [Viitattu 16.2.2020]. Saatavissa: <https://www.norskvann.no/index.php/component/hikashop/produkt/641-r223-finansieringsbehov-i-vannbransjen-2016-2040>

Norsk Vann. (2014) The water services in Norway. [Viitattu 6.4.2020]. Saatavissa: [https://www.norskvann.no/images/torilh/The\\_water\\_services\\_in\\_Norway\\_endelig.pdf](https://www.norskvann.no/images/torilh/The_water_services_in_Norway_endelig.pdf)

Nurmijärven kunta. Teilinummen tekopohjavesihanke – projektisuunnitelma ja tilannekatsaus. [Viitattu: 3.5.2020]. Saatavissa: <https://docplayer.fi/36890362-Teilinummen-tekopohjavesihanke-projektisuunnitelma-ja-tilannekatsaus-1-yleista.html>

OECD. (2018) Financing water – Investing in sustainable growth. OECD environment policy paper no. 11. [Viitattu: 23.3.2020]. Saatavissa: [https://www.oecd-ilibrary.org/environment/financing-water\\_bf67ec4e-en](https://www.oecd-ilibrary.org/environment/financing-water_bf67ec4e-en)

OECD. (2020a) Financing Water Supply, Sanitation and Flood Protection: Challenges in EU Member States and Policy Options. OECD Studies on Water. OECD Publishing, Paris, [Viitattu 18.6.2020]. Saatavissa: <https://doi.org/10.1787/6893cdac-en>.

OECD. (2020b) Finland – country fact sheet. [Viitattu 18.6.2020]. Saatavissa: <https://www.oecd.org/environment/resources/financing-water-supply-sanitation-and-flood-protection-country-fact-sheet-finland.pdf>

Ornaghi, C. & Tonin, M. (2017) The Effects of Metering on Water consumption – Policy Note. [Viitattu 15.7.2020]. Saatavissa: [https://waterwise.org.uk/wp-content/uploads/2019/09/The-Effect-of-Metering-on-Water-Consumption\\_June2017.pdf](https://waterwise.org.uk/wp-content/uploads/2019/09/The-Effect-of-Metering-on-Water-Consumption_June2017.pdf)

Parjanne, A., Silander, J., Tiitu, M. & Viinikka, A. (2018) Suomen tulvariskit nyt ja tulevaisuudessa – varautuminen maankäytön, talouden ja ilmastoon suhteen. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 20/2018. [Viitattu 17.5.2020]. Saatavissa: <http://hdl.handle.net/10138/278893>

Piipponen, J., Rinta-Kiikka, S. & Arovuori, K. (2018) Elintarvikkeiden kulutus Suomessa. PTT työpapereita 195. [Viitattu 15.12.2020]. Saatavissa: <https://www.ptt.fi/media/julkaisut/tp195.pdf>

Pirkanmaan ELY-keskus. (2015) Pirkanmaan vesihuollon kehittämissuunnitelman päivitys. Raportteja 58/2015. [Viitattu 2.5.2020]. Saatavissa: <https://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B9A668C9E-5DA7-45D7-AFDF-6D42762AA033%7D/110393>

Pohjois-Suomen aluehallintovirasto. (2013) Rukan jätevedenpuhdistamon ympäristölupa, Kuusamo. Lupapäätös. [Viitattu 13.5.2020]. Saatavissa: [http://www.avi.fi/documents/10191/56958/psavi\\_paatos\\_26\\_2013\\_1-2013-03-19.pdf](http://www.avi.fi/documents/10191/56958/psavi_paatos_26_2013_1-2013-03-19.pdf)

Regeringskansliet. (2020) Hållbar slamhantering. Statens offentliga utredningar 3/2020. [Viitattu 13.5.2020]. Saatavissa: <https://www.regeringen.se/48e7cd/contentassets/3d68880d2e6942f3a1dccb158e46beb7/hallbar-slamhantering-sou-20203>

Repo, T. (2011) Osuuskunnat ottavat paikkansa Suomen vesihuollossa. Uusi osuustoiminta 2/11.

Rontu, M. (2018) Suomen putkisanerausmarkkinat tällä hetkellä ja lähivuosien kehitys. Vesihuolto 2018 & FiSTT:n kolmas vuosikonferenssi 24.5.2018. Holiday Club Saimaa. [Viitattu 14.4.2020]. Saatavissa: [https://www.fistt.net/wp-content/uploads/2018/06/D\\_VVY\\_Rontu\\_Suomen\\_putkisanerausmarkkinat.pdf](https://www.fistt.net/wp-content/uploads/2018/06/D_VVY_Rontu_Suomen_putkisanerausmarkkinat.pdf)

Schärer, M. & Bleny, H. (2015) Elimination of micropollutants – the Swiss approach. Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energia und Kommunikation UVEK. [Viitattu 14.4.2020]. Saatavissa: [http://www.tapes-interreg.eu/uploads/Hochstrat\\_TA-PES%20final%20conference%202015-09-24.pdf](http://www.tapes-interreg.eu/uploads/Hochstrat_TA-PES%20final%20conference%202015-09-24.pdf)

Sirkkiä, J., Laakso, T., Ahopelto, S., Ylijoki, O., Porras, J. & Vahala, R. (2017). Data utilization at Finnish water and wastewater utilities Current practices vs. state of the art. Utilities Policy (Elsevier Sci Ltd). [Viitattu 16.7.2020]. Saatavissa: 10.1016/j.jup.2017.02.002

Suomen Kuntaliitto. (2007) Kunnat ja vesihuolto huomisen Suomessa – Kuntaliiton kannanotto. [Viitattu 4.3.2020]. Saatavissa: <https://www.kuntaliitto.fi/sites/default/files/media/file/Kunnat%20ja%20vesihuolto%20huomisen%20Suomessa.pdf>

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. (2017) Rakennetun omaisuuden tila 2017. Saatavissa: [https://www.ril.fi/media/2017/2017-vaikuttaminen/roti-2017/taustat/roti-2017\\_painettu-raportti.pdf](https://www.ril.fi/media/2017/2017-vaikuttaminen/roti-2017/taustat/roti-2017_painettu-raportti.pdf)

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. (2019) Rakennetun omaisuuden tila 2019. Saatavissa: [https://www.ril.fi/media/2019/roti/roti\\_2019\\_raportti.pdf](https://www.ril.fi/media/2019/roti/roti_2019_raportti.pdf)

Suomen ympäristökeskus. (2013) Tulvariskien hallinta-Pirkanmaa. [Viitattu 24.4.2020]. Saatavissa: [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Tulviin\\_varautuminen/Tulvariskien\\_hallinta?f=Pirkanmaan\\_ELYkeskus](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Tulviin_varautuminen/Tulvariskien_hallinta?f=Pirkanmaan_ELYkeskus)

Suomen ympäristökeskus. (2015a) Viemäreiden kokonaispituus 1970-2013. [Viitattu 1.6.2020]. Saatavissa: [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat\\_ja\\_tilastot/Vesihuoltoraportit/Vesihuoltolaitosten\\_raportit](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Vesihuoltoraportit/Vesihuoltolaitosten_raportit)

Suomen ympäristökeskus. (2015b) Tietopaketti yhdyskuntajätevedenpuhdistamoista. [Viitattu 12.2.2020]. Saatavissa: <https://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B44DC4C38-D543-4BB8-8F1B-D382FB995DC5%7D/109532>

Suomen ympäristökeskus. (2016) Vesihuoltolaitosten raportteja. [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat\\_ja\\_tilastot/Vesihuoltoraportit/Vesihuoltolaitosten\\_raportit](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Vesihuoltoraportit/Vesihuoltolaitosten_raportit)

Suomen ympäristökeskus. (2018) Yhdyskuntien jätevesien kuormitus vesiin. [Viitattu 13.5.2020]. Saatavissa: [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat\\_ja\\_tilastot/Vesihuoltoraportit/Yhdyskuntien\\_jatevesien\\_kuormitus\\_vesiin](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Vesihuoltoraportit/Yhdyskuntien_jatevesien_kuormitus_vesiin)

Suomen ympäristökeskus. (2019a) Pohjaveden esiintyminen ja muodostuminen. [Viitattu 8.1.2020]. Saatavissa: [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Pohjavesien\\_tila/Pohjaveden\\_esiintyminen](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Pohjavesien_tila/Pohjaveden_esiintyminen)

Suomen ympäristökeskus. (2019b) Vesien käyttö- vesihuolto. [Viitattu 18.1.2020]. Saatavissa: [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesien\\_kaytto/Vesihuolto](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesien_kaytto/Vesihuolto)  
Suomen ympäristökeskus. (2020) Veeti-tietojärjestelmä.

Svenskt Vatten. (2017) Investeringsbehov och framtida kostnader för kommunalt vatten och avlopp. Svenskt Vatten Rapport Augusti 2017. [Viitattu 8.2.2020]. Saatavissa: [https://www.svensktvatten.se/globalassets/rapporter-och-publikationer/externa-rapporter/va-kostnader\\_0905.pdf](https://www.svensktvatten.se/globalassets/rapporter-och-publikationer/externa-rapporter/va-kostnader_0905.pdf)

Svenskt Vatten. (2000) Facts on Water Supply and Sanitation in Sweden. The Swedish Water & Wastewater Association. Karléns Tryck AB, Stockholm. 23 s. [Viitattu 6.4.2020]. Saatavissa: <http://www.svensktvatten.se/Documents/Kategorier/Om%20Svenskt%20Vatten/Facts%20on%20Water%20Supply%20and%20Sanitation%20in%20Sweden%20%28English%29.pdf>

Säylä, J, Vilpas, R. (2012) Yhdyskuntien jätevesien puhdistus 2010. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 21/2012. [Viitattu 16.2.2020]. Saatavissa: [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/39681/SYKEra\\_21\\_2012.pdf?sequence](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/39681/SYKEra_21_2012.pdf?sequence)

Tampereen kaupunki. (2019) Tampereen väestösuunnite 2020-2035. [Viitattu 6.4.2020]. Saatavissa: <https://my.visme.co/projects/pvgrxvj4-vaestosuunnite-2020-2035#s1>

Tampereen seudun keskuspuhdistamo Oy. (2020) Kolmannesvuosiraportti 3-2019. [Viitattu 21.4.2020]. Saatavissa: <https://www.keskuspuhdistamo.fi/wp-content/uploads/2020/02/Kolmannesvuosiraportti-3-2019.pdf>

Terveystietokeskus ja hyvinvoinnin laitos (THL) (2018) Taustatietoa vesiepidemioista. [Viitattu 20.4.2020]. Saatavissa: <https://thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/vesi/vesiepidemiat/taustatieto>

Tilastokeskus (2018) Rakennukset käyttötarkoituksen ja valmistumisvuoden mukaan, 2018. Tilastokeskuksen PxWeb-tietokannat. [Viitattu 12.4.2020]. Saatavissa: [http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin\\_\\_asu\\_\\_rakke/statfin\\_rakke\\_pxt\\_116g.px/](http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__asu__rakke/statfin_rakke_pxt_116g.px/)

Tilastokeskus. (2019a) Väestöennuste 2019: Väestö iän ja sukupuolen mukaan alueittain, 2019-2040. Tilastokeskuksen PxWeb-tietokannat. [Viitattu 6.4.2020].

Tilastokeskus. (2019b) Väestöennuste 2019: Väestömuutokset sukupuolen mukaan, koko maa, 2019-2070. Tilastokeskuksen PxWeb-tietokannat. [Viitattu 6.4.2020].

Toivikko, S. (2018) Puhdistamolieteasiaa. Pohjois-Suomen Vesihuoltopäivät Ruka 14.-15.11.2018. [Viitattu 24.3.2020]. Saatavissa: [https://www.vvy.fi/site/assets/files/2409/12\\_toivikko\\_saijariina.pdf](https://www.vvy.fi/site/assets/files/2409/12_toivikko_saijariina.pdf)

Turun Seudun Vesi Oy. Turun seudun tekopohjavesijärjestelmä. [Viitattu 1.4.2020]. Saatavissa: <https://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B115D43F5-BE01-4969-BC55-F7792A4C8516%7D/55128>

Työ- ja elinkeinoministeriö. (2020) Lakiluonnos lämmityksen, jäähdytyksen ja huoneisto-kohtaisen veden kulutuksen mittaamisesta ja laskutuksesta lausunnolle. [Viitattu 12.5.2020]. Saatavissa: [https://tem.fi/artikkeli/-/asset\\_publisher/lakiluonnos-lammityksen-jaahdytyksen-ja-huoneistokohtaisen-veden-kulutuksen-mittaamisesta-ja-laskutuksesta-lausunnolle](https://tem.fi/artikkeli/-/asset_publisher/lakiluonnos-lammityksen-jaahdytyksen-ja-huoneistokohtaisen-veden-kulutuksen-mittaamisesta-ja-laskutuksesta-lausunnolle)

Vesilaitosyhdistys (VVY). (2016) Teknis-taloudellinen tarkastelu jätevesien käsittelyn tehostamisesta Suomessa. Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 42. Helsinki. [Viitattu 20.3.2020]. Saatavissa: [https://www.vvy.fi/site/assets/files/1666/jatevedenkasittelyn\\_teknis-taloudellinen\\_selvitys\\_21042016.pdf](https://www.vvy.fi/site/assets/files/1666/jatevedenkasittelyn_teknis-taloudellinen_selvitys_21042016.pdf)

Vesilaitosyhdistys (VVY). (2019a) Kesän 2018 kuivuuden vaikutukset vesihuoltolaitoksilla. [Viitattu 2.4.2020]. Saatavissa: [https://www.vvy.fi/site/assets/files/2938/vuoden\\_2018\\_kuivuuden\\_vaikutukset\\_vesihuoltolaitoksilla\\_raportti.pdf](https://www.vvy.fi/site/assets/files/2938/vuoden_2018_kuivuuden_vaikutukset_vesihuoltolaitoksilla_raportti.pdf)

Vesilaitosyhdistys (VVY). (2019b) Yhdyskuntalietteen käsittelyn ja hyödyntämisen nykytilannekatsaus. Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 57. Helsinki 2019. [Viitattu 15.2.2020]. Saatavissa: [https://www.vvy.fi/site/assets/files/3078/yhdyskuntalietteen\\_ka\\_sittelyn\\_ja\\_hyo\\_dynta\\_misen\\_nykytilannekatsaus\\_vvy\\_nr\\_57.pdf](https://www.vvy.fi/site/assets/files/3078/yhdyskuntalietteen_ka_sittelyn_ja_hyo_dynta_misen_nykytilannekatsaus_vvy_nr_57.pdf)

Vesilaitosyhdistys (VVY). (2019c) Vesihuoltolaitosten tunnuslukujärjestelmän raportti 2018. Vesilaitosyhdistyksen julkaisusarja nro 72. Helsinki 2019. [Viitattu 7.2.2020]. Saatavissa: [https://www.vvy.fi/site/assets/files/3033/tunnuslukuraportti\\_2018.pdf](https://www.vvy.fi/site/assets/files/3033/tunnuslukuraportti_2018.pdf)

Vesilaitosyhdistys (VVY). (2019d) Puhdistamolietteen termiset käsittelymenetelmät ja niiden soveltuvuus Suomeen. Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 56. Helsinki 2019. [Viitattu 18.4.2020]. Saatavissa: [https://www.vvy.fi/site/assets/files/2916/puhdistamolietteen\\_termiset\\_kasittelymenetelmat\\_ja\\_niiden\\_soveltuvuus\\_suomeen.pdf](https://www.vvy.fi/site/assets/files/2916/puhdistamolietteen_termiset_kasittelymenetelmat_ja_niiden_soveltuvuus_suomeen.pdf)

Vesilaitosyhdistys (VVY). (2020a) Venla-tunnuslukujärjestelmä.

Vesilaitosyhdistys (VVY). (2020b) Taloudellisesti ja ympäristön kannalta kestävä vedenkäytön tehostaminen talousvesihuollossa Suomessa. Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 60. Helsinki 2020. [Viitattu 17.6.2020]. Saatavissa: [https://www.vvy.fi/site/assets/files/3479/taloudellisesti\\_ja\\_ympariston\\_kannalta\\_kestava\\_vedenkaytto.pdf](https://www.vvy.fi/site/assets/files/3479/taloudellisesti_ja_ympariston_kannalta_kestava_vedenkaytto.pdf)

Vienonen S, Rintala J, Orvomaa M, Santala E, Maunula M. (2012) Ilmastonmuutoksen vaikutukset ja sopeutumistarpeet vesihuollossa. Suomen ympäristö 24 / 2012. [Viitattu 6.2.2020]. Saatavissa: <http://hdl.handle.net/10138/38739>

Vuori, P., Kaasila, M. (2018) Helsingin ja Helsingin seudun väestöennuste 2018-2050–Ennuste alueittain 2018-2030. Tilastoja 18/2018. [Viitattu 10.12.2019]. Saatavissa: [https://www.hel.fi/hel2/tietokeskus/julkaisut/pdf/18\\_10\\_30\\_Tilastoja\\_18\\_Vuori\\_Kaasila.pdf](https://www.hel.fi/hel2/tietokeskus/julkaisut/pdf/18_10_30_Tilastoja_18_Vuori_Kaasila.pdf)

World Water Council & OECD. (2015) Water: Fit to finance? Catalyzing national growth through investment in water security, report of the High Level Panel on Financing Infrastructure for a Water-Secure World. [Viitattu 4.6.2020]. Saatavissa: [https://www.worldwatercouncil.org/sites/default/files/Thematics/WWC\\_OECD\\_Water\\_fit\\_to\\_finance\\_Report.pdf](https://www.worldwatercouncil.org/sites/default/files/Thematics/WWC_OECD_Water_fit_to_finance_Report.pdf)

WSP. (2016) Tampereen seudun keskuspuhdistamo asemakaavat nro 8610-8613 – asemakaavojen kokonaisvaikutusten arviointi. [Viitattu 18.4.2020]. Saatavissa: [https://www.tampere.fi/ytoteto/aka/nahtavillaolevat/8610/selvitykset/kokonaisvaikutusten\\_arviointi.pdf](https://www.tampere.fi/ytoteto/aka/nahtavillaolevat/8610/selvitykset/kokonaisvaikutusten_arviointi.pdf)

Yle. (2014) Tuhannet asuntokohtaiset vesimittarit raksuttavat tyhjää. [Verkkolehti]. [Viitattu 15.4.2020]. Saatavissa: <https://yle.fi/aihe/artikkeli/2014/01/29/vesimittarien-kulut-syovat-rahalliset-hyodyt>

Ympäristöministeriö. (2015) Visio ravinteiden kierrättämisestä vuonna 2030.[Viitattu 15.6.2020]. Saatavissa: [https://www.ym.fi/fi-FI/Luonto/Vesien\\_ja\\_merten\\_suojelu/Ravinteiden\\_kierratyksen\\_edistamista\\_ja\\_Saaristomeren\\_tilan\\_parantamista\\_koskeva\\_ohjelma](https://www.ym.fi/fi-FI/Luonto/Vesien_ja_merten_suojelu/Ravinteiden_kierratyksen_edistamista_ja_Saaristomeren_tilan_parantamista_koskeva_ohjelma)

Ympäristöministeriö. (2020) EU:n uusi juomavesidirektiivi parantaa talousveden turvallisuutta. [Viitattu 10.4.2020]. Saatavissa: [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/EUn\\_uusi\\_juomavesidirektiivi\\_parantaa\\_ta\(54711\)](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/EUn_uusi_juomavesidirektiivi_parantaa_ta(54711))

Zacheus, O. (2018) Yhteenvedo suurten, Euroopan komissiolle raportoivien vedenjakelualueiden talousveden valvonnasta ja laadusta vuonna 2018. Terveysten ja hyvinvoinnin laitos. [Viitattu 7.4.2020]. Saatavissa: [https://www.valvira.fi/documents/14444/10176523/Talousvesi\\_2018\\_Tiivistelma\\_13122019\\_.pdf/941413b2-9a67-aacd-fd38-192125dcb7f2?t=1576679526907](https://www.valvira.fi/documents/14444/10176523/Talousvesi_2018_Tiivistelma_13122019_.pdf/941413b2-9a67-aacd-fd38-192125dcb7f2?t=1576679526907)

Zacheus, O., Miettinen, I. (2011) Increased information on waterborne outbreaks through efficient notification system enforces actions towards safe drinking water. Journal of Water and Health, 9, 763-772.

Ålands Vatten. Dricksvatten – vattenverket. [Verkkosivu] [Viitattu 27.4.2020]. Saatavissa: <http://www.vatten.ax/dricksvatten/vattenverket>

Ålands Vatten. (2018) VA-plan Åland. [Viitattu 27.4.2020]. Saatavissa: [http://www.vatten.ax/sites/www.vatten.ax/files/inlamningsversion\\_va-plan\\_remissreviderad\\_070619.pdf](http://www.vatten.ax/sites/www.vatten.ax/files/inlamningsversion_va-plan_remissreviderad_070619.pdf)